

Aineenopettajaopiskelijoiden käsityksiä kestävästä kehityksestä ja kiertotaloudesta

Hanna Mustikkaniemi

Pro gradu -tutkielma

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Kemian laitos

Kemian opettajankoulutusyksikkö

4.6.2018

Ohjaajat: Maija Aksela ja Johannes Pernaa

HELSINGIN YLIOPISTO - HELSINGFORS UNIVERSITET - UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta - Fakultet - Faculty Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Laitos - Institution - Department Kemian laitos	
Tekijä - Författare - Author Hanna Mustikkaniemi			
Työn nimi - Arbetets titel - Title Aineenopettajaopiskelijoiden käsityksiä kestävästä kehityksestä ja kiertotaloudesta			
Oppiaine - Läroämne - Subject Kemia (aineenopettajan koulutusohjelma)			
Työn laji - Arbetets art - Level Pro Gradu -tutkielma		Aika - Datum - Month and year 04.06.2018	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 56+18
<p>Tiivistelmä - Referat - Abstract</p> <p>Kestävä kehitys on ehkä vuosisatamme merkittävimpiä puheenaiheita niin kouluissa, työelämässä kuin arjessakin. Kestävään kehitykseen sitoutumalla voimme ratkaista ihmiskuntamme aiheuttamat ongelmat ja hidastaa niiden seurauksia. Kestävä kehitys pitää sisällään ekologisen, sosiaalisen ja taloudellisen osa-alueen. Yksi kestävään kehitykseen pohjautuva konkreettinen esimerkki on kiertotalous.</p> <p>Tutkimuksen kohdejoukkona oli Helsingin yliopistossa järjestettävän Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssin opiskelijat. Kurssi on tarkoitettu kemian, matematiikan, fysiikan, biologian ja maantieteiden opettajaopiskelijoille. Tutkimuksessa haluttiin selvittää, miten tulevien aineenopettajien käsitykset kestävästä kehityksestä ja kiertotaloudesta muuttuivat kurssin aikana, miten he toteuttaisivat aiheisiin liittyvää opetusta, sekä mitä mieltä he ovat projektioppimisen tarjoamista mahdollisuuksista ja haasteista. Tutkimusmenetelminä käytettiin kyselylomaketta ja teemahaastattelua (N=11). Alkukyselylomakkeeseen saatiin 20 ja loppukyselylomakkeeseen 10 vastausta. Tutkimuksen aineisto analysoitiin laadullisen sisällönanalyysin keinoin.</p> <p>Tutkimuksen tulosten mukaan kestävä kehitys oli opiskelijoille tuttu käsite. Kurssin jälkeen opiskelijoiden käsitykset kestävästä kehityksestä painoutuivat yhä enemmän ekologisen osa-alueen puolelle. Tämä tulos vahvistaa aikaisempien tutkimusten tuloksia. Kiertotalous oli puolestaan joillekin opiskelijoille täysin tuntematon käsite ennen kurssia. Opiskelijat hyödyntäisivät kestävä kehityksen opettamiseen mieluiten eheyttävää opetusta, projektioppimista ja vierailuja. Käytännön esimerkit koettiin myös tärkeäksi kestävä kehitystä opettaessa. Kurssilaiset kokivat, että projektioppimisen avulla oppilas voisi oppia niin sisältöjä kuin oppimistaitojakin. Projektioppimisen haasteet voitiin jaotella koskettavan joko opettajaa tai oppilasta. Tutkimus oli luonteeltaan kvalitatiivinen, joten sen perusteella ei voida tehdä yleistyksiä tuloksista.</p> <p>Tutkimuksen teoriaosaa työstäessä huomattiin, että kiertotalouden opettamista koskevaa tutkimusta ei ole juuri lainkaan. Muun muassa Sitra kehittää aiheeseen liittyvää oppimateriaalia, joten seuraavaksi voisikin tutkia käytetyn oppimateriaalin vaikutuksia oppilaiden käsityksiin kiertotaloudesta ja kestävästä kehityksestä.</p>			
Avainsanat - Nyckelord - Keywords kestävä kehitys, kiertotalous, projektipohjainen oppiminen, eheyttävä opetus			
Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited E-thesis			
Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information Ohjaajat: Maija Aksela ja Johannes Pernaa			

Sisällys

1. Johdanto	1
2. Teoreettinen viitekehys	2
2.1 Kestävä kehitys	3
2.2 Kiertotalous	7
2.3 Kestävä kehitys ja kiertotalous kemian opetuksessa	12
2.4 Kestävä kehitys ja kiertotalous opetussuunnitelmien perusteissa	15
2.5 Pedagogisia malleja kestävän kehityksen ja kiertotalouden toteuttamiseen kemian opetuksessa	19
2.5.1 Eheyttävä opetus	19
2.5.2 Kestävä kehitys ja kiertotalous projektipohjaisen oppimisen kontekstina	26
3. Tutkimus	30
3.1 Tutkimusasetelma	30
3.2 Tutkimusmenetelmät	31
3.2.1 Laadullinen tapaustutkimus	32
3.2.2 Kysely	32
3.2.3 Haastattelu	34
3.2.4. Laadullinen sisällönanalyysi	35
4. Tulokset	37
4.1 Kurssin vaikutukset tulevien aineenopettajien ymmärrykseen	37
4.1.1 Kestävä kehitys	38
4.1.2 Kiertotalous	41
4.2 Kestävän kehityksen toteutusmalleja	45
4.3 Projektiopiskelun mahdollisuudet ja haasteet	47
5. Johtopäätökset ja pohdinta	49
5.1 Miten Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssi vaikuttaa tulevien aineenopettajien ymmärrykseen kiertotaloudesta ja kestävästä kehityksestä	50

5.2 Miten tulevat aineenopettajat toteuttaisivat kestävän kehityksen opetusta	51
5.3 Miten tulevat aineenopettajat kokevat projektiopiskelun mahdollisuudet ja haasteet	52
5.4 Tutkimuksen luotettavuus, merkitys ja jatkotutkimusideat	54
Lähteet ja liitteet.....	57

1. Johdanto

Elämme aikakautta, joka on täynnä suuria globaaleja haasteita, kuten väestönkasvu, uusiutumattomien luonnonvarojen ehtyminen, fossiilisten polttoaineiden ja fossiilitalouden aikaansaamat ympäristöhaitat. (Arponen ym., 2014, s. 4–13) Konkreettisia ratkaisuja näihin haasteisiin kehitetään jatkuvasti, ja voidaan sanoa, että ratkaisuja ohjaa yksi yhteinen tavoite: kestävä kehitys. Kestävä kehitys on kehitystä, jolla voimme turvata nyky-yhteiskuntamme tarpeet, mutta samalla ottaa huomioon tulevien sukupolvien tarpeet (Brundtland ym., 1987). Vallitseva kestävän kehityksen mukainen toimintaohjelma Agenda 2030 hyväksyttiin YK:n huippukokouksessa vuonna 2015, ja se sisältää 17 pääkehitystavoitetta ja 169 alatavoitetta. Nämä kehitystavoitteet edellyttävät luonnollisesti myös käytännön toimia ja muutoksia vallitseviin rakenteisiin. Kestävän kehityksen mukaan onkin kehitetty uudenlainen talouden malli, joka luo tasapainoa kestävän kehityksen ekologisen, taloudellisen ja sosiaalisen osa-alueen välille. Kehitetty talouden malli on kiertotalous. Kiertotalous on tämän hetken kuumimpia puheenaiheita niin yrityssektorilla kuin julkisella puolella: yksi Sipilän hallitusohjelman kärkihankkeen 2025-tavoite on, että Suomi olisi bio- ja kiertotalouden edelläkävijä (Valtioneuvosto, 2018).

Kestävä kehitys nähdään myös yhä tärkeämpänä osana opetussuunnitelman perusteita: mainintoja kestävästä kehityksestä on vuoden 2014 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa jopa 168 kertaa. Kestävä kehitys on monialainen aihe, joka pitää sisällään niin ekologisia, taloudellisia kuin sosiaalisia näkökulmia. Monialaisuutensa ansiosta kestävä kehitys onkin mainio aihe eheyttävään opetukseen, sillä se yhdistää luonnollisesti ympäröivän maailman koulumaailmaan, mutta myös vaatii usean aineen tietojen ja taitojen osaamista, ja niiden soveltamista. Opetussuunnitelman perusteet edellyttävät, että lukuvuoden aikana järjestetään ainakin yksi eheyttävä oppimiskokonaisuus, joten tarve hyvälle eheyttävän opetuksen mukaisille aiheille on polttava. Eheyttävälle opetukselle on tutkimusten mukaan ominaista se, että se sisältää muun muassa enemmän yhteistoiminnallisia projekteja ja tutkimuspohjaista oppimista (Klein, 2006).

Saksassa on tehty kaksi tutkimusta, joissa selvitettiin sekä valmistuneiden että tulevien kemian opettajien käsityksiä kestävästä kehityksestä, sen opettamisesta, heidän ideoitaan kestävän kehityksen opettamiseen, ja asenteita kestävän kehityksen opettamista kohtaan. Eilks (2015) mukaan tutkimusta aiheesta on vielä liian vähän. Tässä tutkielmassa samaa aihepiiriä tutkitaan suomalaisessa kemian opettajankoulutuksessa. Opettajaopiskelijoiden asenteet kestävän kehityksen opetusta kohtaan ovat Burmeisterin ja Eilksin (2013) mukaan positiivisia, kunhan sen opettamiseen on tarjolla valmiita materiaaleja ja koulutusta. Suomen itsenäisyyden juhlarahastolla (Sitra) on tällä hetkellä menossa

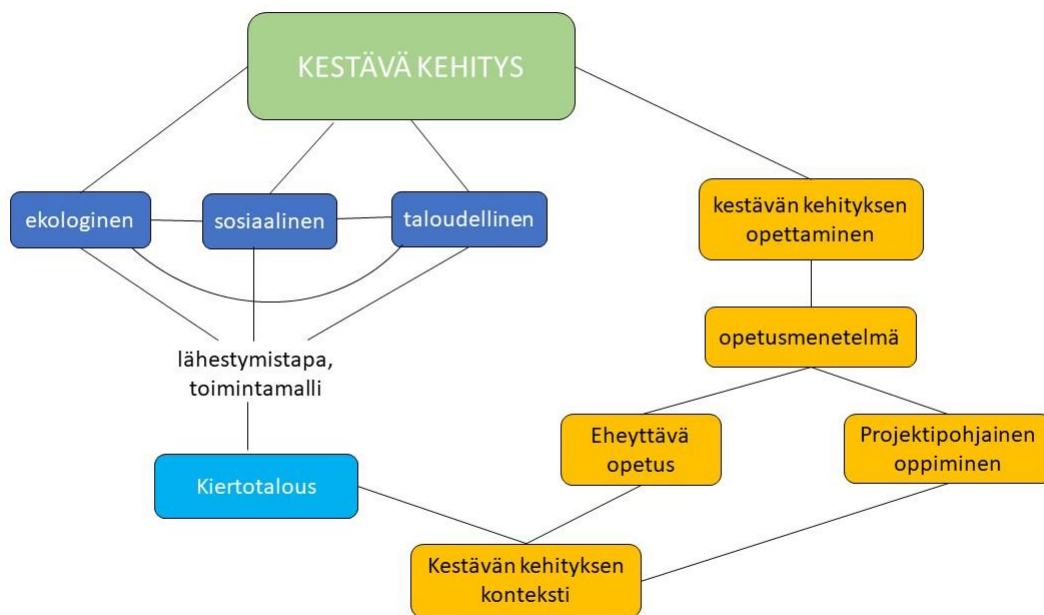
useita hankkeita, joissa valmistellaan opetusmateriaalia useille eri koulutusasteille. Sitra kertookin nettisivuillaan, että tavoitteena on ulottaa kiertotalous kaikille koulutusasteille. Syksyllä 2017 käynnistettiin jo ensimmäisiä kiertotalouden opintokokonaisuuksia oppilaitoksissa ja muissa organisaatioissa. (Sitra, 2018)

Tämä tutkielma aloitetaan perehtymällä keskeisten käsitteiden määritelmiin. Käsitteiden määrittämisen jälkeen syvennyttään aiheeseen liittyviin aikaisempiin opetusalan tutkimuksiin. Tämän jälkeen esitellään tutkimusta ohjaavat tutkimuskysymykset, tutkimusmenetelmät ja aineiston analyysimenetelmät. Lopuksi tarkastellaan tutkimuksen tuloksia, ja niistä tehtyjä johtopäätöksiä, sekä esitellään tämän tutkimuksen perusteella kehitettyjä jatkotutkimusideoita.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää aineenopettajaopiskelijoiden käsityksiä kestävästä kehityksestä ja kiertotaloudesta, sekä kuinka opiskelijat toteuttaisivat kestävä kehityksen opetusta. Lisäksi tutkimuksessa halutaan selvittää, millaisia mahdollisuuksia ja haasteita opettajaopiskelijat näkevät projektioppimisessa, joka on yksi mahdollinen eheyttävän opetuksen mukainen opetusmenetelmä kestävä kehityksen opettamiseen. Tutkimus antaa katsauksen opiskelijoiden tämän hetken käsityksiin kestävästä kehityksestä ja kiertotaloudesta, mutta tuloksien avulla on tarkoitus myös kehittää Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssia (MALU-kurssi). Lisäksi tutkimus toimii hyvänä avauksena etenkin kiertotalouteen liittyvän tutkimuksen saralla opettajankoulutuksessa.

2. Teoreettinen viitekehys

Tämä luku avaa tutkielman taustalla olevaa teoreettista viitekehystä. Se pitää sisällään alaluvut, jotka pyrkivät määrittelemään käsitteet kestävä kehitys (luku 2.1) ja kiertotalous (luku 2.2). Luku 2.3 esittelee kirjallisuuskatsauksen kestävä kehityksen ja kiertotalouden opetuksen aikaisemmasta tutkimustiedosta. Käsitteiden opetussuunnitelmarefleksio esitellään luvussa 2.4 ja kestävä kehityksen ja kiertotalouden opetuksessa käytettyjä tai suositeltuja pedagogisia malleja luvussa 2.5. Luvun 2. tavoitteena on siis antaa kokonaiskuva ja tiivistelmä aiheisiin liittyvästä tieteellisestä keskustelusta ja esitellä muutama esimerkki siitä, miten aiheita on integroitu kemian ja luonnontieteiden opetukseen.



Kuva 1. Teoreettinen viitekehys miellekartan avulla havainnollistettuna.

2.1 Kestävä kehitys

Tässä tutkielmassa kestävän kehityksen käsittelyn laajuus on rajattu YK:n (2000) määritelmän avulla kolmeen dimensioon: ekologiseen, sosiaaliseen ja taloudelliseen kestävyys. Kolmeen osaluokkaan rajaaminen perustellaan sillä, että se on myös alan tutkimuskirjallisuudessa esitetty yleisin näkökulma kiistellyn aiheen tarkasteluun (ks. esim. Giddings, Hopwood, & O'Brien, 2002; Seuring, Sarkis, Müller, & Rao, 2008). Tässä luvussa pyritään tuomaan esiin erilaisia näkökulmia aiheesta, mutta ei luomaan tarkkaa määritelmää, sillä kestävän kehityksen käsitteellä on havaittu olevan useita merkityksiä riippuen valitusta kirjallisuudesta (Ciegis, Ramanauskiene, & Martinkus, 2015).



Kuva 2. Kestävää kehitystä kuvataan tyypillisesti kolmesta ympyrästä muodostuvalla kuviolla, jonka avulla halutaan esittää ekologisen, sosiaalisen ja taloudellisen kestävyiden välinen riippuvuussuhde.

Kestävän kehityksen idea syntyi ensimmäisen kerran jo 1700-luvulla Keski-Euroopassa, kun metsävarojen kestävä käytön määritelmäksi tuli, ettei puita voi kaataa enempää kuin pystyy korvaamaan. Kestävään kehitykseen yhdistettävä löyhä konsepti tarjosi jo tuolloin ekologisen ja ekonominen kestävyiden idean. (Burmeister, Rauch, & Eilks, 2012) Vasta pari sataa vuotta myöhemmin kestävä kehityksen määritelmä on muuttunut yhä tarkemmaksi ja tunnetummaksi. Vuonna 1987 julkaistuun Brundtlandin raporttiin on kirjattu kaikkein käytetyin ja poliittisesti tärkein (Lélé, 1991; Paul, 2008) kestävä kehityksen määritelmä:

”Kestävä kehitys on kehitystä, joka tyydyttää nykyhetken tarpeet vaarantamatta tulevien sukupolvien mahdollisuutta tyydyttää omat tarpeensa.” (Brundtland ym., 1987, s. 43)

Sen taustalla olleet tärkeimmät käsitteet olivat ihmiskunnan tarpeet ja resurssien rajallisuus. Laajemmin sillä pyrittiin tuomaan esille ihmisten ja ympäristön välillä vallitseva riippuvuussuhde, ja maapallollamme vallitsevat sosiaaliset ja ekologiset haasteet (Hardi & Zdan, 1997). Brundtlandin raportin määritelmä on laajasti hyväksytty ja käytetty yleismääritelmä kestävälle kehitykselle, mutta sitä on myös kritisoitu sen optimistisuudesta ja epämääräisyydestä (Paul, 2008).

Vuonna 1992 Riassa pidetyssä Yhdistyneiden kansakuntien kokouksessa laadittiin kestävän kehityksen periaatteet ja ohjeet sen toteuttamiseen (Agenda 21). Ne joutuivat jälleen kritiikin kohteeksi. Kriitikot väittivät muun muassa, että asetetut periaatteet keskittyvät liikaa ympäristönäkökulmaan. Ehdotettiin, että kestävää kehitystä voidaan toteuttaa, jos olemassa olevat sosiaaliset, poliittiset ja taloudelliset järjestelmät ovat mukautettavissa kestäviksi ja integroitavissa toisiinsa sekä ympäristöön (Giovannoni & Fabietti, 2013; Haughton, 1999; Prizzia, 2007). Vuonna 2000 New Yorkissa pidetyssä YK:n huippukokouksessa (Millennium Summit 2000) laadittiin käytännöllisempiä kestävän kehityksen periaatteita, jotka pyrkivät olemaan tasapainossa sen taloudellisten, sosiaalisten ja ekologisten ulottuvuuksien välillä (Paul, 2008). Kestävää kehitystä on myöhemmin määritelty muun muassa pääomakäsitteiden avulla (Ciegis ym., 2015). Pääoma-ajattelun kautta kestävä kehitys määritellään nykyisen ja tulevan sukupolven paremman elämänlaadun tavoitteluna (Ciegis ym., 2015; Pearce, 1988).

Pearce (1988) on tiivistänyt kolmen dimension avulla määritellyn kestävän kehityksen seuraavasti:

1. Se on oikeudenmukaisuutta sosiaalisesti epäoikeudenmukaisessa asemassa oleville
2. Se on oikeudenmukaisuutta tuleville sukupolville
3. Se on oikeudenmukaisuutta ympäristölle
4. Sen avulla pyritään välttämään riskejä, jotka johtuvat:
 - ympäristön, yhteiskunnan ja talouden välisten vuorovaikutussuhteiden ymmärtämättömyydestä
 - sosiaalisista ja taloudellisista vahingoista, jotka puolestaan johtuvat huonosta puskurikyvystä ulkoisia häiriöitä vastaan

Kestävä kehitys jaetaan useimmiten kolmeen osa-alueeseen: ekologiseen, taloudelliseen ja sosiaaliseen kestävyys (esim. Giddings ym., 2002; Hardi & Zdan, 1997; Seuring ym., 2008). Osa-alueiden nähdään liittyvän toisiinsa ja täydentävän toisiaan muodostaen integroidun kokonaisuuden (Ciegis ym., 2015). Sosiaalisen kestävyys synonyyminä on käytetty yhteiskunnallista, sosiokulttuurista tai sosiaalis-kulttuurista kestävyys. Käsitteen kestävä kehitys sijaan käytetään joskus pelkästään sanaa kestävyys (Lélé, 1991).

Ekologinen kestävyys on määritelty kestävän kehityksen osa-alue. Lélé (1991) määrittelee ekologisen kestävyys sellaisten elinolosuhteiden vaalimisella, jotka ovat välttämättömiä tietyn elintason ja hyvinvoinnin säilyttämiseksi sukupolvilta toisille. Ciegis ja kumppaneiden (2015) artikkelin teoriaosuuden mukaan koko kestävä kehitys voidaan ekologian näkökulmasta määritellä

lajien, ekosysteemien ja ekologisten prosessien monimuotoisuuden vaalimisella. Kestävää kehitystä koskevassa tutkimuskirjallisuudessa painotetaan usein ekologista kestävyyttä (Lélé, 1991; Seuring ym., 2008) ja Lélén (1991) mukaan tällöin unohdetaan ne sosiaaliset olosuhteet, jotka vaikuttavat ihmisten ja luonnon vuorovaikutussuhteeseen. Ekologista kestävyyttä painottavat tutkijat vetoavat siihen, että se välttämättömyys kaikelle muulle toiminnalle, ja siksi korostamisen arvoinen (Lélé, 1991).

Sosiaalinen kestävyys voidaan määritellä monin tavoin. Esimerkiksi Kansainvälinen työjärjestö ILO (2004) on määritellyt raportissaan, että sosiaalisessa kestävyudessa keskeistä on ihmisarvoisen työn, koulutuksen, terveyden, ihmisoikeuksien ja sukupuolten välisen tasa-arvon edistäminen (Internationale Arbeitsorganisation, 2004, s. 114). Arto Salonen on määritellyt ILO:n raportin perusteella väitöskirjansa teoriaosuudessa, että sosiaalinen kestävyys pitää sisällään edellä mainittujen lisäksi yleisesti hyväksytyjä arvoja, yhteenkuuluvuuden, osallistavan politiikan ja varallisuuden jakaantumisen tasaisesti maapallolla (Salonen, 2010, s. 111).

Roselandin ja Sootsin (2007, s. 204) mukaan sosiaalista kestävyyttä voidaan ajatella inhimillisenä pääomana. Inhimillistä pääomaa voidaan tutkimusten perusteella lisätä investoimalla terveydenhuoltoon ja ravitsemukseen, koulutukseen ja lukutaitoon sekä yhteisöjen yhteenkuuluvuuteen. Sosiaalinen kestävyys voidaan nähdä kriittisenä osana kestävästä kehityksestä, sillä epäoikeudenmukaisessa yhteiskunnassa ei ole mahdollista luoda kestävästä ympäristöstä tai taloutta, sillä tällöin sosiaaliset jännitteet vievät huomion muista velvoitteista ja oikeuksista (Haughton, 1999). Salosen (2010) mukaan vallitsevalle ihmiskeskeiselle maailmankäsityksellemme olisikin luontaista, että sosiaalista kestävyyttä pidettäisiin kestävästä kehityksen tärkeimpänä näkökulmana (Salonen, 2010, s. 111).

Kestävästä kehityksestä yksi kiistellyimmistä aiheista on taloudellinen kestävyys sekä sen ja ekologisen ulottuvuuden välillä vallitsevat jännitteet. Haughtonin (1999) mukaan Brundtlandin raportin julistus taloudellisen kehityksen välttämättömyydestä kestävästä kehityksestä sosiaaliselle ulottuvuudelle sai aikaan paljon kritiikkiä, sillä ympäristöongelmat ovat pitkälti juuri talouskasvun aiheuttamia. Kiistelynä aiheena taloudellinen kestävyys määritellään tutkimuskirjallisuudessa monimuotoisesti. Esimerkiksi Conway ja Barbie (1988) määrittelevät sen kyseenalaisesti vain maatalouden näkökulmasta kykynä ylläpitää tuottavuutta. Pearcen (1988) mukaan taloudellisessa kestävyudessa on kyse nykyisten ja tulevien sukupolvien sekä ympäristön oikeuksien samanaikaisesta huomioimisesta. Suomen YK-liiton nettisivuilla esitetyn määritelmän mukaan taloudellinen kestävä

kehitys turvaa velattoman ja tasapainoisen talouskasvun, ylläpitäen hyvinvointia. Kestävän kehityksen mukainen talous on sopeutumiskykyinen ja ekotehokas. (YK-liitto, 2018)

Giddings ym. (2002) mukaan tyypillinen kestävän kehityksen visualisointi (ks. Kuva 2) kuvastaa käsityksestämme useista erillisistä tieteenaloista. Tieteenalakohtaisuudella on vankka historia, mutta se ei vastaa kestävän kehityksen takana olevaa nykyaikaista, integroituvaa ja kokonaisvaltaista, käsitystä maailmasta. (Giddings ym., 2002) Tutkijoiden mukaan kestävä kehitys ei voida saavuttaa pelkästään teknisillä ratkaisuilla, vaan siihen tarvitaan myös ihmisten maailmankuvallista muutosta ja sellaisten järjestelmien muutosta, joilla on vaikutus ihmisten käyttäytymiseen (Giddings ym., 2002; Haughton, 1999). Kestävän kehityksen käsitteen määrittämiseen liittyvät vaikeudet osoittavat, että se on monimutkainen ja moniulotteinen käsite, jossa yhdistyvät taloudelliset, ekologiset ja sosiaaliset näkökulmat (Ciegis ym., 2015). On ehdotettu, että eheän ja monitieteellisen käsityksen aikaansaamiseksi meidän tulisi luopua tieteenalakohtaisista rajoista (Giddings ym., 2002). Sillä, miten kouluissa tapahtuva opetus toteutetaan, voi olla merkittävä vaikutus kestävän kehityksen edistymiseen (Burmeister & Eilks, 2013; Eilks, 2015) ja tulevien sukupolvien eheän maailmankuvan muodostumiseen.

2.2 Kiertotalous

Kestävä kehitys ei voida toteuttaa yksittäisillä aloitteilla tai toimialoilla, vaan se edellyttää integroitua toimintaa eri tasoilla, joihin kuuluvat sosiaaliset, ekologiset ja taloudelliset näkökohdat (Giovannoni & Fabietti, 2013). Tässä kappaleessa esitellään kestävän kehityksen toteuttamiseen suunnitellun toimintamallin, kiertotalouden, käsite. Esitelty määritelmä käsitteelle pohjautuu vahvasti Suomen itsenäisyyden juhlarahaston (Sitra) ja Ellen MacArthur -säätiön esittämiin määritelmiin.

Teollisen vallankumouksen synnyttämä lineaarinen talous, joka perustuu ota-käytä-hävitä -kulutusmalliin, on usean tekijän kannalta kestävä talousmalli. Vaihtoehtoisille kestävämmille malleille on kysyntää, ja tähän kysyntään pyrkii vastaamaan luonnon kiertokulkuja peilaava kiertotalousmalli. (Andrews, 2015) Kiertotalouden käsitettä väitetään käyttäneen ensimmäistä kertaa ympäristötaloustieteilijä David Pearce vuonna 1990. Käsitteen pohjalla on muun muassa teollinen ekologia, jossa pyritään soveltamaan ekosysteemien suljettuja materiaalikiertokulku- ja symbioosimalleja teollisuudessa. (Andersen, 2007; Huber, 2000; Zhijun & Nailing, 2007)

Kiertotalouden voidaan sanoa olevan uusi kehittynyt taloudenmalli ja ajattelutapa, jonka toivotaan luovan tasapaino taloudellisen kasvun, väestön kasvun ja ympäristön välille. Sen pääperiaate on teollisen ekologian tavoin jäteteettömyys, joka voidaan toteuttaa erilaisilla toimintamenetelmillä,

joissa toisen jäte on toisen raaka-aine, siirrytään uusiutuvien energialähteiden käyttöön sekä toteutetaan älykästä tuotesuunnittelua (Arponen ym., 2014, s. 15–27; Huber, 2000; Zhijun & Nailing, 2007).

Tällä hetkellä maapallolla syntyvän jätteen määrä vastaa vähentyvien resurssien määrää (Andersen, 2007). Sitran mukaan kiertotaloudella voidaan mahdollistaa ja maksimoida resurssien kestävä käyttö eli niiden säilyminen kulumisen sijaan. Käytännössä tämä voi tarkoittaa tuotteiden pitkiä käyttöaikoja, ja niiden mahdollisimman tehokasta hyödyntämistä toisissa arvoketjuissa. Tuotannon näkökulmasta kiertotaloudella tavoitellaan valmiste- ja jättekustannusten pienentämistä, mutta myös uusia liiketoiminta- ja työmahdollisuuksia. Kiertotalouden ennustetaan edistävän energiatehokkuutensa ansiosta talouden hiilineutraaliutta, sillä esimerkiksi raaka-aineiden kierrättäminen vähentää neitseellisten raaka-aineiden hankkimiseen kuluva energiaa, ja siitä aiheutuvia päästöjä. Konkreettisten säästöjen lisäksi sen toivotaan samalla olevan keino, jolla voidaan kohdata 2000-luvun globaalit haasteet, kuten väestönkasvu, uusiutumattomien luonnonvarojen ehtyminen, fossiilisten polttoaineiden ja fossiilitalouden aikaansaamat ympäristöhaitat. (Arponen ym., 2014, s. 4–13)

Kiertotalouden ajattelallaan olevan kestävä kehityksen mukainen talousmalli, joka tulee muun muassa lisäämään ja ylläpitämään tuotteen arvoa. Kestävämpänä materiaalin arvoa kierrättävänä talousmallina, se haastaa nykyisen lineaarisen materiaalien kuluttamiseen perustuvan talousmallin. (Andrews, 2015; Arponen ym., 2014, ss. 1–9) Tutkimusten mukaan kiertotalous vaatii toteutuakseen yhteiskunnan ja ihmisten osallisuutta sekä ekologista aktiivisuutta, joka perustuu kolmeen toimintaperiaatteeseen eli kierrättämiseen, vähentämiseen ja uusiokäyttöön (eng. 3R principle: Recycle, Reuse and Reduce) (Ying & Li-jun, 2012; Zhijun & Nailing, 2007).

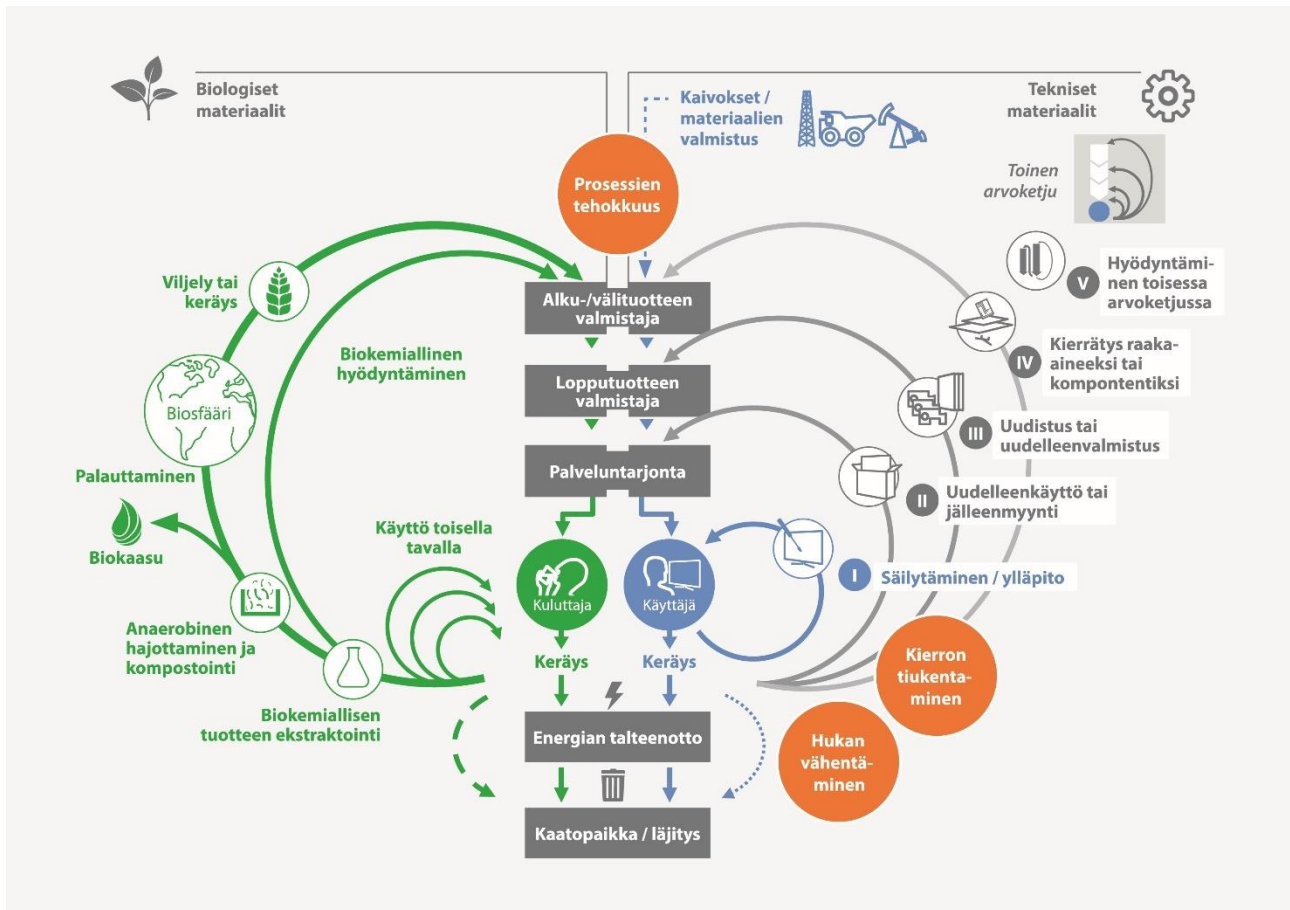
Kierrättämisen periaatteella halutaan luoda uusi ajattelutapa tuotteen elinkaaresta. Suoraviivainen materiaalien ja tuotteiden kertakäyttö halutaan muuttaa materiaalien kiertämiseksi. Tällöin tuotteen elinkaari ei missään vaiheessa päättyisi kaatopaikalle, vaan tuotteen elinkaaren alku ja loppu yhtyvät toisiinsa (Ying & Li-jun, 2012). Resurssit muodostaisivat niin kutsutun silmukan eli suljetun kierron, jonka avulla suuria määriä maapallon rajallisia resursseja voidaan ottaa talteen ja käyttää uudelleen (Huber, 2000). Kiertotalouden periaatteiden mukaan tuotteen materiaalien kierrättämistä raaka-aineena tulisi kuitenkin hyödyntää vasta siinä vaiheessa, kun sen huolto, uudelleenvalmistus tai uudelleenkäyttö ei ole enää taloudellisesti kannattavaa (Ying & Li-jun, 2012).

Vähentämisen periaatteella halutaan kiinnittää aiempaa suurempaa huomiota käytettävien materiaalien ja raaka-aineiden minimoimiseen sekä tuotannossa että kuluttamisessa (Ying & Li-jun, 2012).

Uusiokäytön periaatteella pyritään takaamaan tuotteiden ja palveluiden pidempiaikainen käyttö. Tähän voidaan vaikuttaa valmistamalla tuotteita, jotka on suunniteltu alkujaankin kierrätettäviksi tai muunneltaviksi sekä pidentämällä takuuajkoja, joiden aikana tuotteen voi käydä vaihtamassa toimivaan tai huollattaa liikkeessä, josta se on hankittu. (Arponen ym., 2014, s. 15–25; Ying & Li-jun, 2012)

Ellen MacArthur -säätiön vuoden 2013 selvityksen mukainen kiertotalousmalli jakaantuu kahteen keskeiseen osa-alueeseen: biologisiin ja teknisiin materiaaleihin. Selvityksen mukaan vain pieni osa kerättävästä orgaanisesta jätteestä hyödynnetään Euroopassa. Samanaikaisesti maaperän ravintoaineita kulutetaan kasvavaan tahtiin etenkin ruoan tuotannossa. Biologisten materiaalien kohdalla huomio halutaankin kiinnittää biomassan kiertokulun optimaaliseen hyödyntämiseen, ja sen palauttamiseen takaisin ravinneketjuun. Biomassaa voitaisiin hyödyntää nykyistä monipuolisemmin materiaalien raaka-aineina, uudelleen käyttämällä sitä (esim. puun uudelleenkäyttö), valmistamalla siitä biokemikaaleja, muokkaamalla siitä maaperän parannusainetta ja viimeisenä vaihtoehtona energian tuotannossa (ks. Kuva 3). Selvityksen mukaan, estämällä biomassan päätyminen kaatopaikalle voidaan vähentää hiilidioksidipäästöjä maailmanlaajuisesti 7,4 miljoona tonnia vuodessa. (Ellen MacArthur Foundation, 2013)

Teknisten materiaalien kierrossa halutaan puolestaan hyödyntää teknologiaa, jotta materiaalista saataisiin mahdollisimman laadukasta ja nykyajan tarpeisiin soveltuvaa. Tuotettaessa teknistä materiaalia huomio kiinnitetään tuotesuunnitteluun. Ennen tuotantoa tuotteesta tarvitaan tarkat tiedot koko sen elinkaaresta. Jo tuotantovaiheessa pitäisi siis olla selvillä, miten materiaalia voidaan hyödyntää toisessa arvoketjussa eli sen jälkeen, kun se muuttuu ensimmäiselle käyttäjälle tarpeettomaksi. Teknisiä materiaaleja suunniteltaessa pyritään selvittämään etukäteen tuotteen paras jatkokäyttömahdollisuus eli verrataan kannattaako tuote kierrättää raaka-aineeksi tai komponentiksi toiselle tuotteelle, voiko sen käyttää uudelleen vai onko kannattavinta uudistaa tai huoltaa se. Teknisissä materiaaleissa kierrättäminen tuodaan osaksi tuotantoa. (Arponen ym., 2014, ss. 4–10; Ellen MacArthur Foundation, 2013) Voidaankin väittää, että kiertotaloudella halutaan siirtää osa kierrättämisen vastuuta kuluttajilta tuottajille.



Kuva 3. Biologisten ja teknisten materiaalien hyödyntäminen kiertotaloudessa. Lähde: Sitra, alkuperäinen kuva: Ellen MacArthur Foundation CE team.

Zhijun ja Nailing (2007) ehdottavat tutkimuksessaan, että käytännön tasolla kiertotaloutta pitäisi ensimmäiseksi toteuttaa yritysten sisäisellä tasolla, sitten yritysten välisinä teollisuussymbiooseina, ja lopuksi kaupungeissa. Tavoitteena olisi siirtyä vähitellen mikrotasolta makrotason toimintoihin. Kukin näistä tasoista toimisi perustana seuraavalle tasolle.

Ensimmäisellä tasolla eli yritysten sisäisellä tasolla, yrityksen strategian tulisi muuttua niin, että ympäristönäkökohdat integroidaan kaikkien yrityksen toimintaan. Yritysten tulisi löytää ja etsiä ratkaisuja, joilla ne maksimoivat resurssien käytön ja minimoivat syntyvän jätteen ja päästöjen määrän sekä myrkyllisten aineiden käytön. (Zhijun & Nailing, 2007)

Teolliset symbioosit, eli käytäntöönpanon toinen ja tunnetuin taso, ovat osa teollista ekologiaa ja pyrkivät noudattamaan kiertotalouden jätteettömyyden teesiä. Teollisten symbioosien uskotaan haastavan tulevaisuudessa perinteisen teollisuuden kollektiivisella eli yhteisteollisuudella, jonka kilpailuetuna on materiaalien, energian, veden ja sivutuotteiden fyysinen vaihtaminen. Toteutuakseen teolliset symbioosit tarvitsevat yritysten välistä saumatonta yhteistyötä ja luonnollisesti

maantieteellistä läheisyyttä. Tavoitteena on saavuttaa yritysten yhteisesti aikaansaama etu, joka on suurempi kuin yksittäisen yrityksen (Chertow, 2000; Zhijun & Nailing, 2007). Tällä hetkellä jätteiden ja sivutuotteiden kierrättäminen on usein epätaloudellista, johtuen esimerkiksi juuri jätettä tuottavan yrityksen ja sitä raaka-aineena käyttävän yrityksen etäisyyksistä. Ratkaisuna tähän voisi olla yrityksille asetettava päästövero, joka tekisi kierrättämisestä kannattavampaa jätteiden hävittämiseen verrattuna kaikissa tilanteissa. Verotettaviksi epäpuhtauksiksi Andersen (2007) ehdottaa ainakin ihmisen toiminnan tuottamia rikin ja typen oksideja (SO₂ ja NO_x), kaikkia pienhiukkaisia (PM_{2.5}) ja haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC-päästöt).

Esimerkkejä lähes teollisista symbiooseista löytyy jo tänä päivänä. Suomalainen St1 Biofuels Oy tuottaa Neste Oilin ja UPM:n tapaan biopolttoaineita, raaka-aineena ainoastaan lähialueen bio- ja elintarviketeollisuuden jätteitä ja prosessitähteitä. Yhtiö hyödyntää raaka-aineista saatavat hiilihydraatit ja rasvat, jotka hydrolysoidaan ja jatkokäsitellään etanoliksi. (Niemistö ym., 2013) Lähivuosina yhtiön on tarkoitus rakentaa sahanpuruja raaka-aineenaan käyttävä etanolilaitos, joka tulee noudattamaan kiertotalouden konseptia sijoittumalla sahanpurujätteen syntypaikan yhteyteen Kajaanin teollisuusalueelle (Pongrácz ym., 2015). Tanskassa Kalundborgin kaupungissa puolestaan neljä suurta yritystä sekä useampi pienempi yritys ovat muodostaneet toimivan teollisen symbioosin, jossa yritykset hyödyntävät ja kierrättävät toistensa jätteitä, sivutuotteita ja muita resursseja tiiviissä materiaaliverkossa. Vaihtoa tekevät yritykset ovat saaneet neuvotella ”tuotteidensa” hinnat vapaasti. Vaihdeettavia resursseja ovat esimerkiksi jäte- ja jäähdytysvesi, lämpö, kaasut, rikki sekä kipsi. (Huber, 2000; Jacobsen, 2006)

Kaupunkien tasolla kiertotaloutta tulisi toteuttaa panostamalla materiaalien ja energian kierrätyksen mahdollistamiseen, uusimalla infrastruktuuria, hyödyntämällä vihreää suunnittelua ja edistämällä kuluttajien tietoisuutta kiertotaloudesta. Materiaalikierron tehostamiseksi ehdotetaan muun muassa jakamistaloutta (eng. sharing-economy) ja second-hand -liiketoiminnan laajentamista sekä tehostamista (Arponen ym., 2014, s. 48–56). Zhijun & Nailingin (2007) mukaan infrastruktuurin kehittämisellä on merkittävä rooli kiertotalouden edistämisessä kaupungeissa. Kiertotalouden mukainen infrastruktuuri koostuu muun muassa tehokkaista veden puhdistusjärjestelmistä, puhtaista energian tuotantomuodoista ja päästöttömistä liikennevälineistä. Vihreää suunnittelua, maisemointia ja arkkitehtuuria tarvitaan ihmisten elämänlaadun parantamiseksi ja ekosysteemien palauttamiseksi kaupunkeihin. Eri toimien ja tietoisuuden lisääntymisen varmistamiseksi edellyttää päättäjiltä poliittisia toimenpiteitä. Laajoilla toimilla voitaisiin ennaltaehkäistä esimerkiksi kaupunkien saastumista ja turvata sosiaalinen, taloudellinen ja ekologinen kestävyys (Zhijun & Nailing, 2007).

2.3 Kestävä kehitys ja kiertotalous kemian opetuksessa

Tämä luku käsittelee kestävän kehityksen ja kiertotalouden opetusta tutkimuskirjallisuuteen pohjautuen. Koska kestävälle kehitykselle ei ole olemassa yhtenevää määritelmää, on sen opetuksessakin käytetty useita eri malleja (Eilks, 2015).

Kestävää kehitystä edistävä koulutus on hyväksytty maailmanlaajuisesti koulutuspoliittiseksi tavoitteeksi (Eilks, 2015). Eilksin (2015) koostaman teoriaosuuden mukaan asianmukainen koulutus voi auttaa tulevia sukupolvia ymmärtämään taloudellisten, ekologisten ja yhteiskunnallisten muutosten integroituvaa luonnetta, ja oppimaan kuinka osallistutaan kestävän yhteiskunnan luomiseen. Usean tahon mukaan juuri koulutuksella on merkittävä rooli kestävän kehityksen edistämisessä (Burmeister & Eilks, 2013; Eilks, 2015). Erityisesti kestävän kehityksen tavoitetta korostetaan kemian opetuksessa, sillä kemialla ja kemianteollisuudella on merkittävä asema taloudessa, ympäristöasioissa ja yhteiskunnan kehityksessä. (Burmeister ym., 2012; Eilks, 2015).

Useimmat kestävän kehityksen opetusmallit ehdottavat, että sen opettamiseen kemian tunneilla hyödynnettäisiin yhteiskunnallisia kysymyksiä ja monitieteellistä lähestymistapaa (Eilks, 2015). Mallien perusteluna on, että yhteiskunnallisia kysymyksiä käsittelemällä oppilaat kartuttavat tapoja, taitoja ja käytänteitä, joita he tulevat tarvitsemaan yhteiskunnallisessa päätöksen teossa ja keskustelussa (Burmeister & Eilks, 2013; Juntunen & Aksela, 2014). Monitieteellinen lähestymistapa auttaa katsomaan yhteiskunnallisia kysymyksiä usean eri oppiaineen, kuten kemian, fysiikan, biologian tai vaikkapa yhteiskuntaopin, näkökulmasta. (Eilks, 2015) Shwartz ym. (2014) ehdottavat kestävän kehityksen opettamiseen monitieteellisen lähestymistavan lisäksi kontekstipohjaista ja ongelmapohjaista projektioppimista. Koska eri opetusmenetelmillä saavutetaan erilaisia tavoitteita, pitävät he tarkkojen tavoitteiden määrittämistä myös tärkeänä osana kestävän kehityksen sisällyttämisessä kemian opetukseen. (Shwartz ym., 2014)

YK:n yleiskokouksen linjaamissa kestävän kehityksen opetusstrategioissa käsitellään aiheita liittyen muun muassa sukupuolten väliseen tasa-arvoon, terveyden edistämiseen, ympäristönsuojeluun, rauhan ja turvallisuuden edistämiseen, kestävän kulutuksen tukemiseen ja kulttuurisen monimuotoisuuden suojeluun. Strategiassa ehdotetaan, että kestävä kehitys pitäisi, yksittäisen aiheen sijasta, olla osa tiedeopetussuunnitelmaa. Sen mukaan kestävän kehityksen opettamisen pitäisi edistää kriittistä ajattelua ja ongelmanratkaisutaitoja, linkittyä jokapäiväiseen elämään ja antaa oppilaille mahdollisuuksia päästä vaikuttamaan. (UNESCO, 2005)

Juntunen & Aksela (2014) ehdottavat myös aihekohtaisuuden sijaan muuta, kontekstipohjaista sosio-konstruktivistista, lähestymistapaa kestävä kehityksen kokonaisvaltaiseen opettamiseen kemian opetuksessa. Tällaisen lähestymistavan tulisi kemian opetuksessa sisältää monitieteellisiä lähestymistapoja, yhteistyötä koulun ulkopuolisten tahojen kanssa, keskustelua ajankohtaisista yhteiskuntatieteellisistä kysymyksistä, argumentointiharjoittelua, yhteisöllistä ja oppilaskeskeistä oppimista sekä tutkivalle oppimiselle pohjautuvia opetusmenetelmiä. (Juntunen & Aksela, 2014)

Eilksin (2015) mukaan tutkimuksia, jotka kartoittavat opettajien käsityksiä kestävästä kehityksestä ja sen opettamisesta on liian vähän. Muutamien jo tehtyjen tutkimusten mukaan kemian opettajaopiskelijoiden käsitykset kestävästä kehityksestä, tai sen opettamisesta ovat huonosti teoriaan pohjautuvia. Lisäksi kestävä kehityksen käsite saattaa olla kokonaan vieras. Ekologinen kestävyys korostuu kestävä kehitystä koskevissa tutkimuksissa, ja yhteyksiä taloudelliseen tai sosiaaliseen kestävyteen on vain vähän. (Eilks, 2015) Opettajaopiskelijoiden asenteet kestävä kehityksen opetusta kohtaan ovat Burmeisterin ja Eilksin (2013) mukaan positiivisia, kunhan sen opettamiseen on tarjolla valmiita materiaaleja ja koulutusta.

Yleisimmän määritelmän mukaan kestävä kehitys jaetaan kolmeen osa-alueeseen: taloudelliseen, ekologiseen ja sosiaaliseen kestävyteen. Kyseinen kolmijaottelu on saanut kritiikkiä koulutuksen puolelta, sillä sitä ei pidetä tyydyttävänä lähtökohtana kestävä kehityksen opettamiselle (Eilks, 2015). Useissa tutkimuksissa on myös huomattu, että kemian opetuksessa korostuu ekologisen osa-alueen opettaminen, taloudellisen osa-alueen opetuksen jäädessä vähäisimmäksi (Eilks, 2015; Juntunen & Aksela, 2014).

Wheelerin ja Bijurin (2000) mukaan kestävä kehityksen jakaminen kolmeen hyvin itsenäiseen osa-alueeseen, tekee siitä hankalan opittavan, sillä se vaatii oppilailta kehittyneitä systeemiajattelun taitoa. He ehdottavatkin kestävä kehityksen opettamiseen viittä kokonaisvaltaisempaa näkökulmaa:

1. Tulevaisuusajattelu ja tulevaisuuteen vaikuttaminen
2. Kestävien yhteisöjen suunnittelu
3. Luonnonvarojen vastuullinen käyttö
4. Kestävä talous
5. Globalisaatio

(Wheeler & Bijur, 2000)

Tutkimusten mukaan opetussuunnitelmien uudistaminen nähdään välttämättömänä, jotta kestävä kehitystä, ja sen opettamista voidaan kunnolla toteuttaa kouluissa (Eilks, 2015). Burmeisterin ja

Eilksin (2013) artikkelin teoriaosuuden mukaan kemian opetus on keskeisessä asemassa kestävän kehityksen edistämisessä, ja näin ollen myös kemian opetuksen uudistaminen on välttämätöntä. Koska tutkimusten mukaan opettajat itse ovat avainasemassa opetuskäytänteiden muutosten keksimisessä, he ehdottavat, että kestävän kehityksen opetusta koskeva innovointi tapahtuisi alkuun kemian opettajankoulutuksen aikaisilla kursseilla. Tällaisen järjestelyn edellytyksenä on, että tulevien kemian opettajien uskomukset, ennakkotietämys ja asenteet kestävää kehitystä, ja sen opettamista kohtaan selvitetään ja otetaan huomioon koulutusta järjestettäessä. (Burmeister & Eilks, 2013)

Kiertotalouden opetuksen haasteena on sitä koskevan tutkimustiedon puuttuminen, sillä aihetta ei ole aikaisemmin tutkittu kemian opetuksessa eikä opetuksessa ylipäätään. Esimerkiksi opetusalan tutkimuksen suurimmasta tietokannasta ERICistä (Education Resources Information Center) löydettiin haulla ”circular economics” 58 tulosta. Tuloksista 36 käsittelee taloustiedettä eli Suomen koulujärjestelmässä vastaavaa yhteiskuntaoppia (avainsanoina economics, financial, consumer education, banking, business jne), kuusi käsittelee kotitalouden opetusta (eng. home economics) ja loput vaihtelevia aiheita ja aineita. Ainoastaan yksi hakutulosten artikkeleista käsittelee kiertotaloutta, muissa puhutaan taloudellisen aktiivisuuden kiertokulusta. Hakusanalla ”circular economy” saatiin kaksi tulosta, joista yhdessä puhutaan kiertotaloudesta. Artikkel, joka esiintyy sekä 58:n että kahden tuloksen joukossa, on yksi ja sama John Hucklen kirjoittama suppea katsausartikkeli, jossa hän arvostelee Ellen MacArthur -säätiön julkaisemaa teosta *Sense & Sustainability - Educating for a circular economy*, jonka on kirjoittanut Webster ja Johnson vuonna 2008. Websterin ja Johnsonin (2008) kirjoittamassa julkaisussa kiertotalouden opetus sisällytetään kestävän kehityksen opetukseen. Kiertotaloudesta tuodaan kestävän kehityksen opetukseen esimerkkejä, jotka ovat taloudellisesti ja ekologisesti kestäviä ja edistävät myös sosiaalista kestävyyttä. Opetuksen keskiössä nähdään olevan lineaarisen talouden opettaminen kiertävänä ja vertaamalla sitä luonnossa esiintyviin kiertoihin sekä taitojen, tietojen ja kokemusten hyödyntäminen eri tieteenaloista. (Webster & Johnson, 2008, s. 97–117) Hucklen (2012) mukaan julkaisu on puutteellinen muun muassa markkinataloutta koskevien kriittisten näkökulmien puuttumisen vuoksi.

SAGE Journals -yleistietokannasta puolestaan löytyy hakusanalla ”circular economy” 13 tulosta, joista yksi koskee kiertotalouden opetusta. Kyseinen artikkeli käsittelee muotoilijoiden koulutusta. Artikkelissa ehdotetaan sekä kestävän kehityksen että kiertotalouden periaatteiden sisällyttämistä opetussuunnitelmaan niin, että jo ensimmäisestä vuodesta alkaen opiskelijat omaksuvat periaatteet käytännön toiminnan lähtökohdiksi (Andrews, 2015). Andrews (2015) mukaan kiertotalouden opetus havainnollistaa kestävän kehityksen periaatteiden toteuttamista käytännössä, ja tekee niistä helpommin ymmärrettäviä.

2.4 Kestävä kehitys ja kiertotalous opetussuunnitelmien perusteissa

Tässä luvussa tarkastellaan, kuinka kestävä kehitys ja kiertotalous ilmenevät vuoden 2014 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa ja vuoden 2015 lukion opetussuunnitelman perusteissa, kiinnittäen erityisesti huomiota kemian osuuden tarkasteluun.

Kestävä kehitys opetussuunnitelmien perusteissa

Kestävä kehitys on keskeinen ja yleinen termi niin perusopetuksen (Opetushallitus, 2014) kuin lukion opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2015). Kestävä kehitys nähdään opetussuunnitelmissa välttämättömänä ja osana yleissivistystä. Kestävän kehityksen lisäksi puhutaan kestävästä tulevaisuudesta, kestävästä elämästä ja kestävästä elämäntavasta, joilla kaikilla viitataan kestävään kehitykseen. Myös maininnat yleisesti kestävydestä, viittaavat useimmiten kestävään kehitykseen. Kestävä kehitys tai siihen rinnastettavia sanoja esiintyy perusopetuksen opetussuunnitelmassa yhteensä 168 kertaa ja lukion opetussuunnitelmassa 85 kertaa. Esimerkkejä maininnoista on esitelty taulukossa 1. Kestävä kehitys määritellään opetussuunnitelmien perusteissa jakautuvan ekologiseen, kulttuuriseen, sosiaaliseen ja taloudelliseen ulottuvuuteen (Opetushallitus, 2014, s. 16; Opetushallitus, 2015, s. 37).

Perusopetuksen opetussuunnitelman (2014) yleisosassa sanotaan, että koulun yksi tehtävistä on rakentaa kestävää tulevaisuutta ja edistää kestävää kehitystä (s. 9-19). Kestävä kehitys sisältyy opetussuunnitelman laatimista ohjaaviin periaatteisiin ja ratkaisuihin, opetuksen arvoperustaan, tehtäviin ja tavoitteisiin, laaja-alaiseen osaamiseen, toimintakulttuurin kehittämistä ohjaaviin periaatteisiin, eheyttäviin ja monialaisiin oppimiskokonaisuuksiin ja käytännön järjestelyihin. Suurin painoarvo kestävälle kehitykselle on annettu luvussa 2.2, jossa sillä on oma alakappale *Kestävän elämäntavan välttämättömyys* ja luvussa 4.2, joka sisältää alakappaleen *Vastuu ympäristöstä ja kestävään tulevaisuuteen suuntautuminen*. Kestävä kehitys on siis tärkeä osa opetussuunnitelmaa. Useassa osuudessa korostetaan kuitenkin, että kouluilla on valta päättää toteuttamisesta paikallisesti. Paikallisten opetussuunnitelman laatimista ohjaavissa periaatteissa ehdotetaan, että koulut voivat laatia oman kestävän kehityksen ohjelmansa.

Lukion opetussuunnitelman perusteiden (2015) yleisosassa kestävä kehitys on osa opetuksen arvoperustaa, toimintakulttuuria, oppimistavoitteita ja opetuksen keskeisiä sisältöjä. Kestävällä kehityksellä on myös oma aihekokonaisuus *Kestävä elämäntapa ja globaali vastuu* (s. 37), jossa muun muassa sanotaan, että opiskelijoita tulee kannustaa kestävään elämäntapaan ja toimimaan kestävän kehityksen mukaisesti, jotta he kasvavat vastuullisiksi toimijoiksi kestävän tulevaisuuden

edistämisessä. Kyseisen aihekokonaisuuden tavoitteet ovat laajat. Tavoitteena on muun muassa, että opiskelija tuntee kestävän kehityksen perusasiat, tuntee esimerkiksi ilmastonmuutokseen vaikuttavia tekijöitä, osaa analysoida muutoksia, kuten globalisoitumista, ja niiden aiheuttamia vaikutuksia sekä poliittisten päätösten yhteyksiä yhteiskunnan toimintaan.

Kemian ainekohtaisissa opetussuunnitelmissa on määritelty, että yksi kemian opetuksen tehtävistä on kemian merkityksen esiintuominen kestävän tulevaisuuden rakentamisessa. Tässä yhteydessä puhutaan kemian ratkaisuista sekä ympäristön ja ihmisten hyvinvoinnin turvaamisesta. (Opetushallitus, 2014, s. 393; Opetushallitus, 2015, s. 157). Niin ikään yksi yläkoulun kemian opetuksen tavoitteista liittyy kestäväan kehitykseen, sillä kemian osaamisen hyödyntäminen kestävän tulevaisuuden rakentamisessa, tuotteiden elinkaaren ja luonnonvarojen käytön arvioinnin oppiminen on kirjattu tavoitteeksi T4 (s. 394). Tavoitteiden perusteella luoduista sisältöalueista *S3 Kemian yhteiskunnassa* vastaa tavoitetta T4, jonka pääpainona on kestävän luonnonvarojen käytön opetus (s. 395). Oppilaan tulisi kemian opetuksen perusteella osata kuvata valintoja, jotka ottavat huomioon luonnonvarojen kestävän käytön ja tuotteen elinkaaren saadakseen perusopetuksen päättöarvioinnissa arvosanan 8 (s. 397). Lukion kemian kursseista kestävä kehitys esiintyy viidennen Reaktiot ja tasapaino -kurssin keskeisissä sisällöissä lauseena: ”*Kemian merkitys kestävän tulevaisuuden rakentamisessa*” (s. 160).

Taulukko 1. Esimerkkejä kestäväan kehitykseen liittyvistä maininnoista perusopetuksen ja lukion opetussuunnitelmien perusteissa.

Käsite	Luku	Maininta	OPS
kestävä tulevaisuus	1.1 Opetussuunnitelman perusteet ja paikallinen opetussuunnitelma	Järjestelmän eri osat uudistuvat, jotta opetuksen järjestämisessä pystytään ottamaan huomioon muutokset koulua ympäröivässä maailmassa ja vahvistamaan koulun tehtävää kestävän tulevaisuuden rakentamisessa.	POPS s. 9
kestävä tulevaisuus	Kestävän elämäntavan välttämättömyys (luvussa 2.2 Perusopetuksen arvoperusta)	Perusopetuksessa pohditaan kulutus- ja tuotantotavoissa ilmeneviä ristiriitoja suhteessa kestäväan tulevaisuuteen sekä etsitään ja toteutetaan yhteistoimin ja pitkäjänteisesti elämäntapaamme korjaavia ratkaisuja.	POPS s. 16
kestävä elämäntapa	Vastuu ympäristöstä ja kestäväan tulevaisuuteen suuntautuminen (luvussa 4.2 Toimintakulttuurin kehittämistä ohjaavat periaatteet)	Oppiva yhteisö ottaa kaikessa toiminnassaan huomioon kestäväan elämäntavan välttämättömyyden. Arjen valinnoillaan ja toimillaan koulu ilmentää vastuullista suhtautumista ympäristöön. Raaka-aineita, energiaa ja luonnon monimuotoisuutta tuhlaavia materiaalivalintoja ja toimintatapoja muutetaan kestäviksi.	POPS s. 29
kestävä tulevaisuus	Kemian oppiaineen tehtävä (luvussa 15.4.8 Kemia)	Opetus välittää kuvaa kemian merkityksestä kestäväan tulevaisuuden rakentamisessa: kemiaa tarvitaan uusien ratkaisujen kehittämisessä sekä ympäristön ja ihmisten hyvinvoinnin turvaamisessa.	POPS s. 393
Kestävä elämäntapa	Luku 2.2 Arvoperusta	Lukio-opetuksessa ymmärretään kestäväan elämäntavan ja ekososiaalisen sivistyksen välttämättömyys sekä rakennetaan osaamisperustaa ympäristön ja kansalaisten hyvinvointia edistävälle taloudelle.	LOPS s. 13
kestävä elämäntapa	5.1 Opetuksen yleiset tavoitteet	Opetus ohjaa opiskelijaa ymmärtämään kestäväan elämäntavan välttämättömyyden ja moniulotteisuuden. Se rohkaisee opiskelijaa vaikuttamaan ja toimimaan nykyistä oikeudenmukaisemman, kestävämmän ja ihmisoikeuksia paremmin kunnioittavan yhteiskunnan ja maailman puolesta.	LOPS s. 34

Kiertotalous opetussuunnitelmien perusteissa

Opetussuunnitelmien perusteissa esiintyy vain muutamia mainintoja kiertotaloudesta. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2014) kiertotalous mainitaan ainoastaan kerran, kappaleessa *Perusopetuksen arvoperusta*, jonka pohjalle kirjoitetut perusteet rakentuvat. Kiertotaloutta kuvataan osana ekososiaalista sivistystä luvun 2.2 alakappaleessa *Kestävän elämäntavan välttämättömyys* (s.16) seuraavasti:

”Ekososiaalisen sivistyksen johtajatuksena on luoda elämäntapaa ja kulttuuria, joka vaalii ihmisarvon loukkaamattomuutta, ekosysteemien monimuotoisuutta ja uusiutumiskykyä sekä samalla rakentaa osaamis pohjaa luonnonvarojen kestäväälle käytölle perustuvalle kiertotaloudelle.”

Lukion opetussuunnitelman perusteista (Opetushallitus, 2015) kiertotalouden käsite löytyy kahdesta oppiaineesta. Molemmissa se esiintyy sekä oppiaineen johdantotekstissä että tietyn kurssin keskeisissä sisällöissä. Biologian johdantotekstissä kiertotalous mainitaan kestävän elämäntavan yhteydessä (s.140):

”Biologian opetuksessa opiskelijalle välittyy kuva kestävän elämäntavan välttämättömyydestä ja luonnonvarojen säästävän kiertotalouden merkityksestä.”

Sitä suositellaan opetettavan biologian oppiaineen toisella pakollisella kurssilla *Ekologia ja Ympäristö* (BI2), osana kestävää tulevaisuutta (s.143).

Biologian lisäksi kiertotalous mainitaan maantieteen pakollisella kurssin *Maailma muutoksessa* (GE1) johdantotekstissä (s.147):

”Kurssi käsittelee myös eri puolilla maailmaa tapahtuvaa myönteistä kehitystä ja mahdollisuuksia hillitä, varautua, ennakoida sekä sopeutua riskeihin. Keskeisiä näkökulmia ovat ekososiaalinen kestävyys, kiertotalous ja globaalit kehityskysymykset.”

sekä kyseisen kurssin keskeisissä sisällöissä *Luonnonvaroihin ja ympäristöön liittyvät keskeiset globaalit riskialueet, riskien hillintä, niihin varautuminen ja sopeutuminen* (s.148).

Kiertotaloutta ei siis suoraan ole linkitetty kemian oppiaineeseen kummassakaan opetussuunnitelmassa. Kestävä kehitys on puolestaan osa kemian opetussisältöjä. Kiertotaloutta voitaisiin sen laaja-alaisuuden ansiosta käsitellä hyvin eheyttävän opetuksen avulla niin yläkouluissa kuin lukioissakin. Eheyttävä opetus esitellään seuraavassa luvussa.

2.5 Pedagogisia malleja kestävän kehityksen ja kiertotalouden toteuttamiseen kemian opetuksessa

Tämän luku käsittää alaluvut 2.5.1 Eheyttävä opetus ja 2.5.2 Kestävä kehitys ja kiertotalous projektiopiskelun kontekstina. Alaluvut esittelevät kaksi opetusmenetelmää, jotka sopivat monimutkaisten ja laaja-alaisen aiheiden, kuten kestävän kehityksen ja kiertotalouden opettamiseen.

2.5.1 Eheyttävä opetus

Kiertotalouteen ja kestävään kehitykseen liittyy määritelmiensä mukaan monialaisuus. Koulutuksen monialaisuutta vahvistamaan on viime vuosina herätty uudistamalla opetussuunnitelmia, joissa halutaan korostaa eheyttävän opetuksen tarvetta. Tässä luvussa pyritään vastaamaan kysymyksiin, mitä on eheyttävä opetus, mitkä ovat sen hyödyt ja haasteet sekä esittelemään eheyttävän opetuksen toteuttamiseen liittyviä näkökulmia.

Oppiaineiden välinen integraatio ja opetuksen eheyttäminen koulujen opetussuunnitelmassa on herättänyt huomiota ainakin vuosisadan ajan, ja huomio on kasvanut merkittävästi viimeisten kahden vuosikymmenen aikana (Rennie, Venville, & Wallace, 2011). Eheyttävä opetus on jälleen Suomessakin ajankohtainen aihe, sillä Opetushallitus (2014) nosti sen yhdeksi keskeisimmäksi teemaksi viimeisimmässä perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa. Opetussuunnitelman perusteet edellyttävät, että lukuvuoden aikana järjestetään ainakin yksi eheyttävä oppimiskokonaisuus. Lukion opetussuunnitelmassa eheyttävää opetusta kutsutaan myös teemaopinnoiksi (Opetushallitus, 2015). Eheyttävä opetus on esiintynyt ja esiintyy edelleen useilla nimillä, kuten integroitu opetus, ilmiölähtöinen opetus, monialainen opetus, poikkitieteellinen opetus sekä oppiainerajat ylittävä tai rikkova opetus. Kuten useista nimistä voi päätellä, eheyttävälle opetukselle ei ole olemassa yhtä täsmällistä määritelmää, jonka tiedeyhteisö hyväksyisi.

Venville, Sheffield, Rennie ja Wallace (2008b) ovat käyttäneet eheyttävää opetusta koskeneissa tutkimuksissaan määritelmää, jonka mukaan opetussuunnitelma on eheyttävä, kun se antaa opiskelijoille mahdollisuuden etsiä erilaisia ulottuvuuksia, jotka heijastavat heidän kokemuksiaan todellisuudesta niin koulun ulkopuolella kuin sisälläkin. He väittävät, että tämä määritelmä kattaa kokonaisvaltaisen näkemyksen tiedosta, mutta joka sisältää samalla opetus- ja oppimiskäytäntöjä, joita voidaan pitää oppiainekohtaisina. Kuitenkin heidän mukaansa määritelmä mahdollistaa myös sen, että oppiaineita voidaan pitää tiedon lähteinä selityksille ja tutkimuksille, kun etsitään vastauksia oppilaiden esiin tuomiin merkittäviin todellisen elämän kysymyksiin. Toisaalta Venville, Rennie ja Wallace (2012) ovat myös todenneet, että kaikkea perinteistä oppiainejakoista opetussuunnitelmaa vastaan asennoitunutta opetusta voidaan pitää eheyttävänä.

Kleinin (2006) mukaan kolmen käsitteen *multidisciplinary*, *interdisciplinary* ja *transdisciplinary* voidaan sanoa muodostuneen peruskäsitteiksi kansainvälisellä tasolla puhuttaessa eheyttävästä opetuksesta. Klein jakaa nämä kolme käsitettä niiden eheyttämistason mukaan.

Multidisciplinary tarkoittaa tieteenalat yhdistävää opetusta, sillä siihen perustuvat lähestymistavat yhdistävät eri tieteenaloja lisäten aiheen laajuutta, käytettävissä olevaa tietoa ja menetelmiä. Oppiaineet säilyttävät kuitenkin omat elementtinsä: käsiteltävää aihetta katsotaan useampien oppiaineiden näkökulmasta. Tässä menetelmässä on hänen mukaansa matala eheyttämisen taso. Eri aineiden opettajien välillä ei juurikaan tapahdu yhteistyötä, ja opetus jättää oppilaat tunnistamaan yhteydet osin itse. (Klein, 2006)

Interdisciplinary-käsitteen alla olevat lähestymistavat ovat korkeammalla eheyttämisen tasolla. Tämä käsite voidaan suomentaa integraationa, sillä Kleinin (2006) mukaan siinä oppiaineet eivät ole enää täysin erillisinä vaan sekoittuvat sekä yhdistyvät. Oppiaineista tulee työkaluja ongelman ratkaisemiseksi, idean, kysymyksen tai teeman, kuten saastuminen, konflikti, nälänhätä ja globalisaatio, opiskelemiseksi. (Klein, 2006)

Korkein eheyttämisen taso saavutetaan Kleinin (2006) mukaan opetuksella, josta käytetään transdisciplinary-käsitettä. Opetuksessa ainerajojen lisäksi myös aihealueiden rajat hämärtyvät, ja suomennoksena voisikin käyttää kokonaisvaltaista eheyttävää opetusta. Eheyttämisestä tulee työkalun sijaan koko opetuksen tarkoitus. Kleinin kuvaama kokonaisvaltainen opetus on oppilaskeskeistä ja yhteistoiminnallista, ja opiskelun ytimenä on oppilaiden maailma eli heidän henkilökohtaisesta elämästään kumpuavat aiheet ja ongelmat. (Klein, 2006) Tämä vastaa myös eniten Kujamäen (2014, s. 30) käsitystä eheyttävästä opetuksesta, jonka tavoitteena hän pitää oppilaslähtöisyyttä, ja jonka oppimisprosessia hän pitää kokonaisvaltaisena.

Vaikka yhtä ja tarkkaa määritelmää ei ole, kaikista tutkimuskirjallisuuden määritelmistä löytyy ainakin yksi yhtäläisyys. Kaikki määritelmät korostavat eheyttävän opetuksen opettavan oppiainerajat ylittäviä taitoja, joita oppilas ei pysty hankkimaan perinteisessä, yhteen oppiaineeseen kerrallaan keskittyvässä, opetuksessa. Rajat ylittäviä taitoja ovat esimerkiksi kyky muuttaa näkökulmia, syntetisoida eri tieteenalan osaamista sekä kyky selviytyä monialaisista ja monimutkaisista tehtävistä (Spelt, Biemans, Tobi, Luning, & Mulder, 2009).

Eheyttävän opetuksen tarve

Tieteenalakohtaiseen opetukseen kohdistuu yhä enemmän paineita ja haasteita, sillä monimutkaiset yhteiskunnalliset ongelmat, kuten ilmastonmuutos, on ratkaistava yhdistämällä tietoa ja taitoja useilta eri tieteenaloilta. Yhteiskunta tarvitsee työntekijöitä, joilla on laaja-alainen tietopohja, ja jotka kykenevät kommunikoimaan tietoa ja integroimaan tietoa eri tieteistä. Nykyajan maailmaa koskeva tiede sisältää useita monimutkaisia ilmiöitä, joita on vaikea katsoa vain yhden tieteenalan kannalta, ja joiden ymmärtäminen vaatii syvällistä tietämystä useista tieteenaloista (Venville ym., 2012; Zhang & Shen, 2015). Esimerkiksi ympäristöä koskevassa julkisessa päätöksenteossa edellytetään syvällistä ymmärrystä erilaisten päätösten ympäristövaikutuksista, mutta myös taloudellisista rajoitteista, mikä tekee päätöksentekoprosessista luonteeltaan monitieteellisen (Andersen, 2007). Nykyinen faktatietoa painottava opetuskäytäntö vähentää opiskelijoiden mahdollisuuksia harjoittaa teematyöskentelyä ja tiedon soveltamista. On selvää näyttöä siitä, että opiskelijat eivät aina ole motivoituneita tällaiseen oppiainekeksiseen opiskeluun, vaan he olisivat kiinnostuneita käsittelemään monitieteellisiä todellisen maailman kysymyksiä (Venville ym., 2012).

Joidenkin käytössä olevien määritelmien mukaan eheyttävä opetus voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen: vertikaaliseen eli oppiaineen sisäiseen eheyttämiseen ja horisontaaliseen eli oppiaineiden väliseen eheyttämiseen (esim. Kujamäki, 2014). Kuitenkin samoissa yhteyksissä siteerataan käsitteen luoja John Deweyn kuuluisaa eheyttämiseen liittyvää lausetta: ”Asettakaa koulu yhteyteen elämän kanssa, niin kaikki oppiaineet joutuvat pakostakin vuorovaikutukseen keskenään.” (Dewey 1943, 91). On ehkä kiistanalaista jaotella eheyttävää opetusta erillisiin osa-alueisiin, sillä Deweyn mukaan arkea ei voida tuoda opetukseen, ilman että oppiaineet sekoittuvat luonnostaan.

Eheyttävän opetuksen hyödyt

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2014) mukaan eheyttävän opetuksen avulla oppilaat huomaavat opiskeltavien asioiden merkityksen omassa elämässään, ja voivat opitun avulla laajentaa maailmankuvaansa.

Eheyttävän opetuksen toivotaan muun muassa auttavan oppilaita saamaan monitieteellisten ongelmien ratkaisutaitoja, joita tarvitaan tulevaisuuden globaalien haasteiden kohtaamiseen. Tutkimusten mukaan yhden tieteenalan opetus ei auta oppilaita ymmärtämään laajoja kokonaisuuksia, joka on avainasemassa monitieteellisten ongelmien hahmottamisessa ja monipuolisten ratkaisustrategioiden käyttämisessä (Becker & Park, 2011; Klein, 2006; Zhang & Shen, 2015). Opettajat ovat raportoineet, että eheyttävässä opetuksessa olleilla oppilailla on suurempi

motivaatio lähteä opiskelemaan monimutkaisia aiheita ja -kysymyksiä, reflektiivisempi ote asioihin ja parempi kyky yhdistää oppiminen mielekkääseen kokonaisuuteen. Eheyttävän opetuksen kerrottiin myös parantavan korkeampia ajattelun taitoja, kuten kriittistä ajattelun taitoa, luovuutta ja harkintakykyä, jonka lisäksi oppilaiden oli usein helpompi palauttaa opittuja asioita mieleen useamman yhteyden ansiosta. Joillakin oppilailla huomattiin lisäksi olevan kokonaisvaltaisempi käsitys teemasta, kysymyksestä tai ongelmasta. Nämä taidot ovat tärkeitä koulumaailman ulkopuolisten monitieteellisten ilmiöiden käsittelemisessä ja ymmärtämisessä, joita he tulevat kohtamaan eri elämänvaiheissaan, kun he kasvavat työntekijöiksi, kansalaisiksi tai tulevat vanhemmiksi. (Klein, 2006)

Zhang ja Shen (2015) huomasivat haastattelututkimuksessaan, että tieteenalakohtainen tieto ja kokemus ovat luonnollisesti tarpeen poikkitieteellisiä ongelmia ratkoessa, mutta voivat johtaa yksipuoliseen ongelman käsitteellistämiseen ja ratkaisustrategian käyttöön. Eheyttävä opetus vastaa tähän tarjoamalla tietoja ja kokemuksia oppiaineista laaja-alaisesti. Se heijastaa todellisuutemme monitieteellisiä ulottuvuuksia paremmin kuin oppiainekeskeinen opetus ja voidaan ajatella, että eheyttävä opetussuunnitelma on kokonaisuudeltaan tasapainoisempi. Tiedeopetuksen näkökulmasta eheyttävän opetuksen lähestymistapa antaa opettajille mahdollisuuden tarkastella tieteen oppimista luokkahuoneessa muullakin tavoin kuin yksinään sisällön oppimisen kautta, mikä mahdollistaa oppimisen kokonaisvaltaisemman arvioinnin. Eheyttävän opetuksen sisältämät oppimistehtävät ovat luonteeltaan avoimia, laaja-alaisia ja soveltamista vaativia. Soveltamista vaativat tehtävät kannustavat opiskelijoita refleктоimaan ja arvioimaan tieteenalakohtaista tietoa. (Rennie ym., 2011)

Tehtävien avoimuus puolestaan opettaa oppilaita tunnistamaan, milloin tiedonmuodostusprosessissa tarvitaan luovuutta tai tutkimusta, ja milloin virhelähteet on syytä ottaa huomioon. Tutkimuksen mukaan opiskelijat hyödyntävät laajempaa tietolähteiden joukkoa päätöksenteossa tehdessään avoimia tehtäviä, kuten projekteja, verrattuna vähemmän avoimiin tehtäviin. Laajemmalla tietopohjalla oli myös merkittävä vaikutus projektin lopputuotokseen, sillä suppeat tieteenalakohtaiset tiedot eivät useinkaan olleet riittävän hyödyllisiä. Näyttää siltä, että eheyttävä opetus auttaa sekä oppilaita että opettajia ymmärtämään tieteenalakohtaisen tiedon rajoitteet, kun ne tulevat konkreettisesti vastaan käytännön tilanteissa. (Rennie ym., 2011; Venville, Rennie, & Wallace, 2004)

Eheyttävän opetuksen kannattajat viittaavat tilastoihin, jotka osoittavat, että nuoret eivät sitoudu perinteisessä tieteenalakohtaisessa opetuksessa ja viittaavat niihin tutkimuksiin, joiden mukaan eheyttävä opetus motivoi ja kiinnostaa oppilaita sellaisella tavalla, jota perinteinen

tieteenalakohtainen ei aina tee (Venville ym., 2012). Vähiten oppilaita kiinnostavat ja houkuttelevat STEM-aineet, eli tieteisiin, teknologiaan, insinööritieteisiin ja matematiikkaan liittyvä aineet, ja niihin liittyvät alat (Becker & Park, 2011).

Oppilaat kokevatkin tutkimusten mukaan eheyttävän opetuksen sisällöt relevanteiksi. Relevanttiutta tuodaan eheyttävään opetukseen käyttämällä konteksteja, jotka ovat autenttisia ja osa oppilaiden elämää, kuten työllisyyteen, henkilökohtaiseen kehitykseen ja sosiaalisiin suhteisiin liittyviä asioita sekä politiikkaa. Rennien ja muiden (2011) tutkimuksessa havaittiin, että opetusta eheyttävät lähestymistavat tekevät oppimisesta tarkempaa, kriittisempää, kekseliäänpää ja merkityksellisempää opiskelijoille.

Motivaation ja relevanttiuden lisäämisellä on saattanutkin olla vaikutus siihen, että STEM-aineiden välisen integraation on huomattu tutkimuksissa vaikuttavan positiivisesti oppilaiden saavutuksiin STEM-oppiaineissa sekä kiinnostukseen tulevaisuuden ammatteja kohtaan. (Becker & Park, 2011; Czerniak & Johnson, 2014, ss. 395–410; Venville ym., 2012).

Kujamäki (2014) tiivistää väitöskirjassaan eheyttävän opetuksen tavoitteen napakasti ja osuvasti:

”Parhaimmillaan opetuksen eheyttäminen on oppilasta eheyttävää”.

Eheyttävän opetuksen haasteet

Eheyttävälle opetukselle löytyy sekä puolesta- että vastaanpuhujia (Venville ym., 2012). Yksi tutkimuskirjallisuudesta nouseva haaste on vallitsevien asenteiden muokkaaminen. Zhang ja Shen (2015) tutkivat monitieteellisiä ongelmia kohtaan olemassa olevia asenteita. Tutkimuksessaan he huomasivat, että tutkittavalla voi ennakkoon olla tietynlainen asenne yksittäistä tieteenalaa kohtaan, mikä monimutkaistaa tulosten tulkintaa. Kujamäen (2014) mukaan opetuksen eheyttämisen esteet voivat olla opettajien ja vanhempien asenteisiin liittyviä. Asenteiden taustalla saattaa vaikuttaa se, että vaikuttavaksi tiedoksi on perinteisesti määritelty objektiivinen ”kova” tieto, hyvin määritellystä yksittäisestä oppiaineesta. Eheyttävän opetuksen oppimistulokset eivät ole tutkimuksen mukaan erittäin erinomaisia eivätkä erittäin huonoja verrattuna perinteisen opetuksen oppimistuloksiin. Tällöin pitää kuitenkin ottaa huomioon se tosiasia, että eheyttävällä opetuksella pyritään sisältötiedon lisäksi opettamaan rajat ylittäviä kokonaisvaltaisia ja subjektiivisia tietoja ja taitoja, kuten kykyä muuttaa näkökulmia tai syntetisoida eri tieteenalan osaamista, jotka voivat olla merkityksellisempiä integroidun opetussuunnitelman kannalta. Tällaisen osaamisen mittaaminen oppiainejakoisen sisältötiedon mittaamisen verrattuna on kuitenkin vaikeaa, ja se jää usein sekä opettajien että

tutkijoiden huomiotta. Eheyttävän opetuksen oppimistuloksena oppilaalle voi kehittyä esimerkiksi kokonaisvaltainen monitieteinen ymmärrys tai monitieteinen ajattelutapa. (Spelt ym., 2009; Venville ym., 2012) On ehdotettukin, että menestyksekkäs eheyttävän oppimisen toteuttaminen edellyttää johdonmukaista ja järjestelmällistä opetuksen, opetussuunnitelman ja arvioinnin koordinoitua ja uudistamista. (Zhang & Shen, 2015).

Toisena yleisenä haasteena on se, että eheyttävä opetus on usein sisällöltään haastavampaa. Käsiteltävät teemat tai ilmiöt ovat kompleksisia ja vaativat tietojen yhdistämistä eri alueilta eri oppiaineista. On huomattu, että opettajat saattavat tuntea olevansa kyvyttömiä toteuttamaan eheyttävää opetusta (Kujamäki, 2014; Schaal, Bogner, & Girwidz, 2010). Substanssiosaamisen lisäksi opettajien on opittavat tasapainoilemaan tarvittavan tuen määrän kanssa riippuen eheyttävän ongelman avoimuuden tasosta. Opiskelijoille tulisi antaa mahdollisuus löytää itse ratkaisuja, mutta samalla huomioida käytettävissä oleva aika (Venville ym., 2004). Toisaalta ei voida kuitenkaan olettaa, että oppilaat pystyvät integroimaan eri tieteenalojen tietoja luonnostaan (Zhang & Shen, 2015).

Kolmantena haasteena on vielä viime vuosina ollut tutkimustiedon ja tehokkaan sekä käyttökelpoisen materiaalin puuttuminen eheyttävän opetuksen toteuttamisesta (Becker & Park, 2011; Czerniak & Johnson, 2014).

Eheyttävän opetuksen toteuttaminen

Eheyttävän opetuksen tarkan määritelmän puuttuminen, ja sitä kuvaavat erilaiset termit kertovat eri eheyttämismalleista ja -strategioista, joiden avulla voidaan järjestää eheyttävää opetusta ja toteuttaa eheyttävää opetussuunnitelmaa (Klein, 2006).

Eheyttävää opetusta koskeneiden tutkimusten tulosten perusteella ehdotetaan, että eheyttävän oppimisen pitäisi olla pitkän aikavälin tavoite. Eheyttämisen voisi aloittaa matalalla integraatiolla, ja eheyttämisen tasoa kasvatetaan hiljalleen, jotta oppilailla olisi riittävästi aikaa omaksua monitieteellinen ajattelutapa, kasvattaa itsevarmuutta sekä hyväksyvää ja positiivista asennetta monitieteellistä oppimista kohtaan. Ensimmäinen eheyttämisessä otettava askel on päivittää opetusstandardeja eli opetussuunnitelmaa, kuten Suomessa on tehty. Jotta eheyttävää opetusta voi toteuttaa menestyksekkäästi, on tärkeää selvittää aluksi oppilaiden lähtötaso, jotta opettaja osaa kohdistaa tuen oikein ja vaihdella tuen määrää eheyttävän oppimisen aikana. (Schaal ym., 2010; Zhang & Shen, 2015).

Nikitina (2006) ehdottaa kolmea strategiaa eheyttävän opetuksen toteuttamiseen. Ensimmäinen strategia on kontekstien käyttäminen, joka menetelmänä upottaa tieteenalakohtaista tietoa esimerkiksi ajan, kulttuurin ja henkilökohtaisen kokemuksen konteksteihin. Historia voi olla kanoninen esimerkki ajasta, ja sen käyttämisestä integraation ylläpitäjänä. Metafyysiset uskomukset sekä henkilökohtaiset tai kulttuuriset filosofiat voisivat olla toinen keskeinen konteksti. Kolmanneksi kontekstiksi hän ehdottaa epistemologiaa eli järjestelmiä maailman tiedosta ja ajattelutavoista. Kaikki nämä kontekstit ovat välineitä tiedon inhimillistämiseksi. (Nikitina, 2006)

Toisena strategiana hän ehdottaa käsitteellistämistä. Strategia sisältää aiheeseen liittyvien keskeisten käsitteiden tunnistamisen ja yhteyksien määrittämisen käsitteille, jotka ovat keskeisiä kahdelle tai useammalle tieteenalalle. Esimerkiksi muutoksen käsite voi yhdistää evoluutioteorian, fysikaalisen paineen, jaksollisen järjestelmän ja jopa differentiaaliyhtälöiden opiskelun. Käsitteellistämisen on huomattu auttavan oppilaita huomaamaan oppiaineilla olevan yhteisiä malleja ja prosesseja. (Nikitina, 2006)

Kolmanneksi strategiaksi hän ehdottaa ongelmakeskeisyyden. Ongelmakeskeisyys edellyttää tiedon hankkimista ja ajattelutapojen yhdistämistä monilta eri aloilla. Ongelmakeskeisillä oppitunneilla voidaan tutkia monimutkaisia todellisen elämän ongelmia, kuten veden saastuminen, geeniteknikka tai AIDSin leviäminen, joiden ratkaisemiseksi vaaditaan enemmän kuin yhden tieteenalan tuntemusta. Strategiassa pyritään tuottamaan konkreettisia tuloksia, kuten tuotteita, teknologiaa, muutosehdotuksia politiikkaan, ja uusia menetelmiä, joilla voidaan parantaa esimerkiksi ihmisten elinoloja. Strategian päätavoite ei ole niinkään syventää ymmärrystä itsestä tai ympäröivästä maailmasta, kuten se on humanistisilla aloilla ja luonnontieteissä, vaan soveltaa olemassa olevaa ymmärrystä toimintaan ja yhteiskunnallisen muutoksen aikaansaamiseksi. Näiden kolmen strategian yhdistelmällä saavutetaan Nikitina (2006) mukaan suurin hyöty.

Klein (2006) puolestaan väittää, että toteutus riippuu halutusta eheyttämisen tasosta. Jos haluttu taso on tieteenalat yhdistävä eheyttävä opetus, niin tarkastelussa olevaa aihetta voidaan käsitellä jatkumona eri oppiaineiden tunneilla tai erillisellä teema- tai ongelmakurssilla. Integroivassa eheyttävässä opetuksessa järjestely voi puolestaan vaihdella yhden teeman kurssista vuoden kestävään projektiin tai oppilaan koko kouluajan kestävään oppimiskokemukseen. Ensimmäinen osallistaa usein vain muutamia opettajia, kun taas jälkimmäinen voi laajimmillaan osallistaa koko koulun henkilöstön.

Klein (2006) listaa kuitenkin myös kaikille tasoille yhteisiä piirteitä ja menetelmiä. Hänen mukaansa monitieteellinen opetus kaikilla eheyttämisen tasoilla yhtyy luonnostaan innovatiivisen pedagogiikan kanssa, joka korostaa tutkivaa otetta ja aktiivista osallistumista. Opettajien tulisi hänen mukaansa käyttää opetuksessa lähestymistapoja, jotka edistävät vuoropuhelua, yhteisöllisyyttä, ongelmanasettelu- ja ongelmanratkaisutaitoa sekä kriittistä ajattelua. Eheyttävän opetuksen onkin raportoitu sisältävän muun muassa enemmän yhteistoiminnallisia projekteja, roolileikkejä, tutkimuksia, tutkimuspohjaista oppimista, keksintöpohjaista oppimista, tiimityöskentelyä ja kokemuksellista oppimista. Eheyttävälle opetukselle ominaiset lähestymistavat vaikuttavat myös oppilaan ja opettajan rooleihin luokkahuoneessa. Oppilaat toimivat eheyttävässä opetuksessa pääsääntöisesti ryhmissä, ja oppiminen on yhteistoiminnallista. Opettajan roolin tulisi muuttua luennoitsijasta kohti mentorin, oppaan, ohjaajan tai valmentajan roolia. (Klein, 2006)

Jotta näitä uusia lähestymistapoja voidaan hyödyntää laajasti kentällä, huomauttavat Zhang ja Shen, (2015) tutkimuksessaan, että erityisesti eheyttävää tiedeopetusta on edistettävä tarkoituksenmukaisella kouluttamisella eli nykyisten opettajankoulutusohjelmien uudistamisella ja järjestämällä kentälle oleville opettajille eheyttävän opetuksen toteuttamiseen kouluttavia täydennyskoulutuksia.

2.5.2 Kestävä kehitys ja kiertotalous projektipohjaisen oppimisen kontekstina

Tässä luvussa syvennyttään tarkemmin edellisessä luvussa (luku 2.5.1) korostettuun opetusmenetelmään - projektipohjaiseen opiskeluun. Selvitetään kirjallisuuden avulla, mitä mahdollisuuksia ja haasteita menetelmä tarjoaa eheyttävän opetuksen mukaisten monitieteellisten aiheiden, kuten kestävän kehityksen ja kiertotalouden, opettamiseen.

Venvillen ja muiden (2004) mukaan eheyttävän opetuksen tulisi tarjota opiskelijoille mahdollisuuden työskennellä avoimia ongelmia tutkivissa projekteissa, joiden kontekstina on ympäröivä elämä. Projektipohjainen oppiminen on oppimisen muoto, joka on suunniteltu sitouttamaan oppilaita oikeiden ongelmien tutkimiseen. Jotta oppilaat saadaan sitoutumaan, tulee ongelman olla merkityksellinen heille itselleen ja sellainen, jota oikeat tieteilijätkin voivat pohtia. (Krajcik & Blumenfeld, 2006) Projektipohjainen oppiminen pohjautuu konstruktivistiseen havaintoon, jonka mukaan oppilaat saavat syvemmän ymmärryksen aiheesta, kun he joutuvat aktiivisesti käsittelemään tietoa työskentelemällä ja ideoimalla. Projektipohjaisen oppimisen tulisikin tarjota oppilaille mahdollisuus tutkia ilmiöitä, muodostaa kysymyksiä, keskustella ideoistaan sekä haastaa ja kokeilla ideoitaan. (Krajcik & Blumenfeld, 2006)

Helteen, Tynjälän, ja Olkinuoran (2006) kirjallisuuskatsauksen mukaan Adderleyn ja kumppaneiden (1975) projektipohjaisen menetelmän viiden kohdan määritelmä on edelleen paikkansapitävä.

Adderley ja kumppaneiden (1975, s. 1) määritelmä projektimenetelmälle:

1. Projektit liittyvät ongelman ratkaisuun.
2. Projektit vaativat oppilaan tai ryhmän aloitteellisuutta ja useita eri oppimisaktiviteetteja.
3. Projektit johtavat usein lopputuotokseen.
4. Työ kestää usein huomattavan pitkän ajanjakson.
5. Opettajat ovat mukana ennemmin neuvonantajan kuin auktoriteetin roolissa kaikissa projektin vaiheissa – käynnistämisessä, työstämisessä ja johtopäätöksissä.

Helteen ja kumppaneiden (2006) mukaan projektipohjaisen oppimisen voidaan jaotella sisältävän kahdenlaista oppimista: vertikaalista ja horisontaalista oppimista. Vertikaalisella oppimisella tarkoitetaan tässä yhteydessä sisältötietoja kumuloivaa oppimista, ja horisontaalisella oppimisella yleisten taitojen, kuten projektien hallinnan, oppimista.

Tutkimusten mukaan itseohjautuvat oppimisaktiviteetit, kuten projektit voivat lisätä mielenkiintoa erityisesti luonnontieteitä kohtaan. Mielenkiintoa saattaa lisätä se, että juuri projekteissa oppilaat pääsevät osallistumaan aitojen ja usein avoimien ongelmien ratkaisemiseen, työskentelemään yhdessä ja tekemään tuotoksia (Blumenfeld ym., 1991; Langbeheim, 2015). Lopputuotoksen voidaan sanoa lähes pakottavan oppilasryhmää ajattelemaan projektin vaiheita, laatimaan suunnitelman, seuraamaan sen edistymistä ja arvioimaan tekemiään ratkaisuja. Tällaisten projektin aikaisten prosessien on huomattu muun muassa vähentävän väärinkäsitysten muodostumista. (Blumenfeld ym., 1991; Helle ym., 2006)

Projektipohjainen oppiminen mahdollistaa ajattelutaitojen kehittymisen, ja projekteilla on potentiaalia parantaa syvää ymmärrystä, sillä projektin aikana pitää sekä hankkia että soveltaa tietoa, käsitteitä ja sääntöjä (Blumenfeld ym., 1991). Muutamat tutkimukset osoittavat, että projektipohjaisen oppimisen tunnilla olleet oppilaat saavat korkeampia oppimistuloksia, että he oppivat paremmin sisältötiedon ja omaksuvat tehokkaampia oppimistaitoja kuin perinteiseen luentopohjaiseen opetukseen osallistuneet oppilaat. (esim. Langbeheim, 2015; Marx ym., 2004). Helteen ym. (2006) yliopisto-opiskelijoita käsittäneessä tutkimuksessa ilmeni, että projektipohjaisen lähestymistavan vahvuus saattaa olla, että se antaa oppilaille mahdollisuuden ja motiivin työskennellä tiensä ratkaisuun heidän määräämällään tavalla. Menetelmän vahvuutena pidettiin myös sitä, että se mahdollistaa yhden aineen sisältötiedon yhdistämisen lisäksi teorian ja käytännön yhdistämisen eri

tieteenaloilta. Yksi esimerkki tästä on harjaantuminen eri representaatioiden hyödyntämiseen, joka on tärkeä taito nykyajan työelämässä. Lisäksi projektityön aikana opiskelijat voivat nähdä ja kokea todellisuuden, johon vaikeat käsitteet ja vuorovaikutussuhteet liittyvät. Tämä voi parhaimmillaan helpottaa opiskelijoiden käsitteellistä muutosta ja mentaalimallien muodostumista. (Helle ym., 2006)

Projektipohjaisen kurssin tai opetuksen järjestämisessä ja hallitsemisessa keskeisenä haasteena on se, että se on hyvin aikaa vievää (Helle ym., 2006; Langbeheim, 2015). Tutkimuksissa myös huomattiin, että oppilaiden on vaikeaa muodostaa itse sellaisia kysymyksiä tai ongelmia, jotka olisivat käytännössä toteutettavissa, eivät edellyttäisi opiskelijoilta liikaa ja kuuluisivat jollain tavoin opetussuunnitelman sisältöihin (Helle ym., 2006; Krajcik & Blumenfeld, 2006; Langbeheim, 2015). Projektin alkuvaiheessa oppilaat tarvitsevatkin usein eniten tukea. Neuvonantajan roolissa toimiminen ja opiskelijoiden saavutusten edistäminen sopivan tuen määrällä vaatii opettajalta hyvää pedagogisen sisältötiedon omaamista (Langbeheim, 2015; Tal ym., 2006). Joskus projekteissa saatavien tuloksien tulkitseminen saattaa olla vaikeaa jopa opettajalle, ja tämä voidaan nähdä opettajan kannalta yhtenä projektityön haasteena (Langbeheim, 2015).

Muita tutkimuksissa esiin nousseita haasteita lisämateriaalin sovittaminen projektiin, oppilaiden motivaation ylläpitäminen, huono ryhmän sisäinen dynamiikka ja oikean työmäärän asettaminen opiskelijoille (Helle ym., 2006).

Taulukko 2. Yhteenveto projektioppimisen mahdollisuuksista ja haasteista.

Tyyppi	Kuvaus	Lähteet
Mahdollisuus	Projektien hallinnan oppiminen	Helle ym., 2006
Mahdollisuus	Lisää mielenkiintoa	Blumenfeld ym., 1991; Langbeheim, 2015
Mahdollisuus	Vähentää väärinkäsitysten muodostumista	Helle ym., 2006; Blumenfeld ym., 1991
Mahdollisuus	Mahdollistaa ajattelutaitojen kehittymisen	Blumenfeld ym., 1991
Mahdollisuus	Lisää syvää ymmärrystä (esim. helpottaa mentaalimallien muodostumista)	Blumenfeld ym., 1991; Helle ym., 2006
Mahdollisuus	Parantaa oppimistaitoja	Langbeheim, 2015; Marx ym., 2004
Mahdollisuus	Oppilaskeskeisyys	Helle ym., 2006
Mahdollisuus	Eri tieteenalojen tietojen ja taitojen yhdistäminen	Helle ym., 2006
Mahdollisuus	Työelämän taitojen oppiminen	Helle ym., 2006
Haaste	Aikaa vievä	Helle ym., 2006; Langbeheim, 2015
Haaste	Vaikeat aiheet ja ongelmat	Krajcik & Blumenfeld, 2006; Langbeheim, 2015
Haaste	Tuen määrän sovittaminen	Helle ym., 2006; Langbeheim, 2015; Tal ym., 2006
Haaste	Motivaation ylläpitäminen	Helle ym., 2006; Langbeheim, 2015

Haaste	Ryhmän huono dynamiikka	Helle ym., 2006
Haaste	Toteutuksen käytännöllisyys	Helle ym., 2006; Langbeheim, 2015; Tal ym., 2006
Haaste	Oikean työmäärän asettaminen opiskelijoille	Helle ym., 2006

3. Tutkimus

Tutkimus oli luonteeltaan laadullinen tapaustutkimus (ks. luku 3.2.1). Sen päämääränä oli selvittää, miten MALU-kurssi vaikutti aineenopettajaopiskelijoiden käsitykseen kestävästä kehityksestä, ja sen osa-alueesta, kiertotaloudesta. Kiertotalous oli kurssin teemana vuonna 2015, ja siksi se on haluttu nostaa erilliseksi osaksi tutkimusta. Lisäksi tutkimuksessa haluttiin kartoittaa, millaisia opetusmenetelmiä kurssilaiset suosisivat kestävä kehityksen opettamisessa, ja mitä he ovat mieltä kurssilla käytetystä opetusmenetelmästä projektioppimisesta.

Tutkimusta ohjattiin seuraavilla tutkimuskysymyksillä:

1. Miten Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssi vaikuttaa tulevien aineenopettajien ymmärrykseen kiertotaloudesta ja kestävästä kehityksestä?
2. Miten tulevat aineenopettajat toteuttaisivat kestävä kehityksen opetusta?
3. Miten tulevat aineenopettajat kokevat projektiopiskelun mahdollisuudet ja haasteet?

Tutkimuskysymykseen 1 haettiin vastausta analysoimalla ja vertaamalla opiskelijoiden käsityksiä ennen kurssia ja kurssin jälkeen. Aineistoa kerättiin kyselyillä (ks. luku 3.2.2) ja haastatteluilla (ks. luku 3.2.3). Toisessa ja kolmannessa tutkimuskysymyksessä tarkastelun kohteena ei ollut kurssin vaikutus, vaan opettajaopiskelijoiden käsitykset ja kokemukset. Näissäkin tutkimuskysymyksissä aineistona on käytetty sekä ennen kurssia että sen jälkeen kerättyä aineistoa. Aineistot analysoitiin laadullisen sisällönanalyysin keinoin (ks. luku 3.2.4).

3.1 Tutkimusasetelma

Tutkimus suoritettiin vuosina 2015-2017. Sen kohdejoukkona oli Helsingin yliopistossa järjestettävän Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssin käyvät

aineenopettajaopiskelijat. Kurssin järjestämisestä oli vastuussa Kemian opettajankoulutusyksikkö. Vapaavalintainen MALU-kurssi järjestettiin vuosien 2015-2017 aikana keväisin neljännessä periodissa. Kurssi on suunnattu kemian, matematiikan, fysiikan, biologian ja maantiedon aineenopettajaopiskelijoille. Kurssille osallistumisen vaatimuksena on, että opettajan pedagogisten opintojen perusopinnot tulee olla suoritettuna. Vuosina 2015 ja 2016 Kemianteollisuus ry oli kurssin pääyhteistyökumppani. Muita yhteistyöyrityksiä ja kouluja vuosien 2015-2017 aikana olivat Sun Chemical Oy ja Juvanpuiston koulu, Neste Oil Oyj ja Nöykkiön koulu, AGA Oy ja Pohjolanrinteen koulu, Berner Oy logistiikkakeskus, Borealis Polymers Oy, Viikinmäen jätevedenpuhdistamo, HSY ja Hiidenkiven peruskoulu, Thermo Fisher Scientific Oy ja Martinlaakson lukio sekä Kemira Oyj ja Matinkylän IB-lukio. Kurssi on myös osa valtakunnallista Luma –Suomi -hanketta.

MALU-kurssin tavoitteena oli tarkastella ilmiöitä eri oppiaineiden näkökulmasta sekä antaa valmiuksia opettaa matematiikan ja luonnontieteiden merkitystä yhteiskunnassa juuri suomalaisten innovaatioiden ja yritysten kautta. Kurssilla hyödynnettiin eheyttävän opetuksen, projektioppimisen ja yhteisöllisen oppimisen teorioita ja tutkimustietoa. Kurssilla luotiin ryhmätyönä kolmiosainen kurssin teorioihin pohjautuva yritys yhteistyömalli, jossa keskeistä oli vierailu itse yhteistyöyrityksessä. Kurssin aikana luotuja yritys yhteistyömalleja voidaan käyttää kouluissa erityisesti yhteisöllisten oppimiskokonaisuuksien tukena (kurssin www-sivu: <https://maluyhteiskunnassa.wordpress.com/>). Yritys yhteistyömallien luomisen lisäksi kurssilaiset pääsivät harjoittelemaan yhteydenottoa yrityksiin ja kouluihin, josta sai hyvää kokemusta tulevaa opettajan ammattia varten.

Tutkimuksessa kerättiin tietoa ennen kurssia alkukyselylomakkeella ja kurssin jälkeen loppukyselylomakkeella sekä teemahaastatteluilla. Alkukyselylomakkeeseen saatiin kokonaisuudessaan 20 vastausta, loppukyselylomakkeeseen kymmenen vastausta ja haastatteluja oli yhteensä 11 kappaletta. Suurin osa vastaajista oli naisia. Kuusi alkukyselylomakkeen vastaajista oli suorittanut kaikki opettajan pedagogisiin opintoihin kuuluvat harjoittelut. Kyselylomakkeet olivat vuosina 2015 ja 2017 paperisia. Vuonna 2016 kysely toteutettiin sähköisenä. Haastattelut järjestettiin vuosien 2015 ja 2016 aikana eli kevään 2017 kurssin jälkeen ei enää pidetty haastatteluja.

3.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa tutkimusmenetelminä käytettiin kyselylomaketta ja teemahaastattelua. Sekä kyselylomakkeesta että haastatteluista saatu aineisto analysoitiin laadullisella sisällönanalyysillä.

3.2.1 Laadullinen tapaustutkimus

Tapaustutkimus eli case-tutkimus on yksi traditionaalisista tutkimusstrategioista. Sen tyypillisimpiä piirteitä ovat sen avulla saatava yksityiskohtainen tieto yksittäisestä tapauksesta tai joukosta tapauksia, huomion kiinnittäminen prosesseihin, ja se että tutkimuksen tavoitteena on kuvata jotakin ilmiötä. Tutkimuskohteena voi olla esimerkiksi yksilö, ryhmä tai yhteisö. Aineiston keräämiseen suositellaan käytettäväksi useita eri menetelmiä. (Hirsjärvi, Remes, & Sajavaara, 2007, s. 130–131)

Tapaustutkimus sopi lähestymistavaksi tässä tutkielmassa, sillä tutkimuksen tavoitteena oli selvittää syvällistä ja yksityiskohtaista tietoa MALU-kurssin aikana tapahtuneesta oppimisprosessista. Tapaustutkimukset voivat olla myös määrällisiä, mutta tämän tutkimuksen otoskoon ollessa pieni, voidaan puhua laadullisesta tapaustutkimuksesta.

Tutkimuksen luotettavuutta arvioidaan yleensä kahden käsitteen osalta: reliaabeliuden ja validiuden. Reliaabelius tarkoittaa tutkimuksen mittaustulosten toistettavuutta. Validius eli pätevyys tarkoittaa puolestaan mittarin tai tutkimusmenetelmän kykyä mitata sitä, mitä oli tarkoitus mitata. Kvalitatiivisissa tutkimuksissa kyseiset termit ovat kuitenkin saaneet useita tulkintoja, ja niiden käyttöä saatetaan jopa välttää. Termit ovatkin kehittyneet kvantitatiivisen tutkimuksen alalla, ja esimerkiksi laadullisen tapaustutkimuksen kohdalla voidaan jopa ajatella, että kaikki tapaukset ja niiden kuvaukset ovat ainutlaatuisia. Tällöin arvioinnin tekeminen edellä kuvatuilla termeillä voi olla vaikeaa tai harhaanjohtavaa. Laadullisen tutkimuksen luotettavuuden parantamiseksi on ehdotettu esimerkiksi tutkimuksen toteutuksen tarkkaa kuvaamista (Hirsjärvi ym., 2007, s. 231–233) ja metodista triangulaatiota (Tuomi & Sarajärvi, 2009, s. 142–149).

3.2.2 Kysely

Kysely on yksi survey-tutkimuksen keskeinen menetelmä, jossa aineisto kerätään standardoidusti eli siten, että jokaiselta vastaajalta kysytään sama asia tismalleen samalla tavalla. Kyselyn avulla voidaan kerätä tietoa tosiasioista, käyttäytymisestä ja toiminnasta, tiedoista, arvoista, asenteista, uskomuksista, käsityksistä ja mielipiteistä. Useimpiin kyselylomakkeisiin sisältyy lisäksi taustakysymyksiä, joissa selvitetään tyypillisesti esimerkiksi vastaajan ikä, sukupuoli, koulutus, ammatti tai perhesuhteet. Täsmällisiä asioita suositellaan kysyttäväksi yksinkertaisesti monivalintojen tai avointen kysymysten avulla. Etenkin avoimissa kysymyksissä vastauksille voidaan pyytää perusteluja sopivalla kysymyksenasettelulla. (Hirsjärvi ym., 2007, s. 191–192)

Kysely voidaan suorittaa Hirsjärven ja muiden (2007) mukaan kahdella päätavalla, joko posti- ja verkkokyselynä tai kontrolloituna kyselynä. Posti- ja verkkokysely tarkoittaa nimensä mukaisesti sitä,

että lomake lähetetään tutkittaville joko postitse tai sähköisesti, ja tutkittavat täyttävät ja palauttavat lomakkeen. Käsitteenä tuntemattomampi kontrolloitu kysely jaetaan kahteen tyyppiin: informoituun ja henkilökohtaisesti tarkastettuun kyselyyn. *Informoitu kysely* tarkoittaa sitä, että tutkija jakaa henkilökohtaisesti lomakkeet tutkittaville. Samalla tutkija voi kertoa tutkimuksen tarkoituksesta ja vastata mahdollisiin kysymyksiin. *Henkilökohtaisesti tarkastettu kysely* tarkoittaa sitä, että tutkija postittaa kyselyt, mutta hakee ne itse tutkittavilla, jolloin hän voi tarkastaa jo täytetyn lomakkeen, ja keskustella sen täyttöön liittyvistä asioista tutkittavan kanssa. (Hirsjärvi ym., 2007, s. 191–192)

Kyselytutkimuksen etuna on usein, että sen avulla saadaan laaja tutkimusaineisto. Menetelmänä se on tehokas ja säästää näin tutkijan vaivannäköä ja aikaa. Kyselytutkimuksen heikkoutena pidetään saatavan aineiston pinnallisuutta, ja tutkimuksen teoreettista vaatimattomuutta. Tutkijalta vaaditaankin tietoa ja taitoja hyvän lomakkeen aikaansaamiseksi. Esimerkiksi epämääräisesti laaditut kysymykset voivat johtaa siihen, että vastaajat ymmärtävät kysymyksen eri tavoin. Kyselylomaketta käyttäessä on usein mahdotonta selvittää, kuinka tosissaan ja huolellisesti vastaajat ovat vastanneet kysymyksiin. Nämä seikat saattavat heikentää osaltaan tutkimuksen luotettavuutta. Kato voi myös nousta joissain tapauksissa, kuten posti- ja verkkokyselyä käytettäessä, suureksi. (Hirsjärvi ym., 2007, s. 190–198) Laadullisessa tutkimuksessa vastaamattomuuden ei kuitenkaan katsota olevan ongelma, sillä se vaikuttaa tutkimuksen yleistettävyyteen, ja laadullisen tutkimuksen tarkoituksena ei koskaan ole yleistää (Tuomi & Sarajärvi, 2009, s. 74).

Tutkimuskohteena olleen MALU-kurssin opiskelijoille teetettiin kurssin aluksi alkukysely, ja kurssin jälkeen loppukysely vuosina 2015-2017 eli yhteensä kolmella kurssilla. Lomakkeet täytettiin anonymisti. Vuonna 2016 sähköisesti toteutetun kyselyn loppukyselyyn ei saatu vastauksia ollenkaan. Vuosina 2015 ja 2017 kyselylomaketutkimus toteutettiin paperisena, ja tarkoitus oli toteuttaa molempina vuosina kysely informoituna kyselynä, mutta vuonna 2017 vain alkukyselylomake sai myös vastauksia konkreettiselle paperille tutkijan läsnä ollessa kurssikerroilla. Tämä johtui siitä, että MALU-kurssi päättyikin keväällä 2017 ilmoitettua aikaisemmin, joten lomake täytyi lähettää aiemmista suunnitelmista huolimatta sähköisenä kurssin jälkeen. Lomakkeet koostuivat muutamista taustatietoa selvittävistä monivalintakysymyksistä sekä kvalitatiiviselle tutkimukselle tyypillisistä avoimista kysymyksistä (Hirsjärvi, Remes, & Sajavaara, 1997). Alkukyselylomakkeeseen tuli vastauksia yhteensä 20 kappaletta ja loppukyselyyn vain 10 kappaletta. Tämä johtui siitä, että vuonna 2016 loppukyselyyn ei saatu vastauksia ollenkaan sekä siitä, että kaikki kurssin aloittaneet opiskelijat eivät suorittaneet kurssia loppuun saakka.

3.2.3 Haastattelu

Haastattelu on yleisesti käytetty tiedonkeruumenetelmä etenkin käyttäytymistieteissä ja usein päämenetelmä kvalitatiivissa tutkimuksissa (Hirsjärvi & Hurme, 1991; Hirsjärvi ym., 2007). Haastattelua suositellaan käytettäväksi muun muassa silloin, kun tutkimuskohteena on vähän tutkittu aihe, halutaan korostaa tutkittavan asemaa subjektina tutkimustilanteessa, halutaan syventää ja selventää saatavia vastauksia, tai kun halutaan tutkia arkoja aiheita. (Hirsjärvi ym., 2007, s. 200)

Tutkimushaastattelut jaetaan useimmiten kolmeen tyyppiin: strukturoituun haastatteluun, teemahaastatteluun ja avoimeen haastatteluun. Strukturoidusta haastattelusta käytetään myös nimeä lomakehaastattelu, mikä kuvaa hyvin sen ennalta määrättyä tutkimusasetelmaa. Strukturoitu haastattelu suoritetaan lomaketta apuna käyttäen, kysymällä lomakkeen kysymykset juuri sellaisina ja siinä järjestyksessä kuin ne ovat lomakkeessa. (Hirsjärvi ym., 2007, s. 202-205) Strukturoidun haastattelun vaikein ja aikaa vievin osuus on kysymysten laatiminen ja muotoilu. Haastattelu itsessään on kuitenkin nopea ja helppo suorittaa valmiin rungon ansiosta. Sama helppous pätee myös haastattelusta saatavan aineiston käsittelyyn. (Hirsjärvi & Hurme, 1991)

Avoimesta haastattelusta saatetaan käyttää myös nimeä syvähaastattelu, vapaa haastattelu tai strukturoimaton haastattelu. Avoin haastattelu on lähellä normaalia keskustelua. Siinä voidaan selvittää niin haastateltavan ajatuksia, mielipiteitä, tunteita kuin käsityksiäkin ja haastattelun aihe voi vaihtua haastattelun edetessä. Avoin haastattelu vie haastattelutyypeistä eniten aikaa ja voi vaatia useita haastattelukertoja. Se myös on haastatteluista vaativin, sillä ilman struktuuria haastattelun eteneminen ja ohjailu jäävät haastattelijan taitojen varaan. (Hirsjärvi ym., 2007, s. 202-205).

Teemahaastattelu on haastattelumenetelmänä puolistrukturoitu, strukturoidun ja avoimen haastattelun välimuoto (Hirsjärvi & Hurme, 1991). Haastattelu etenee ennalta valittujen teemojen rajoissa. Valitut teemat perustuvat tutkimuksen viitekehykseen, ja teemojen sisällä on tarkentavia kysymyksiä, jotka voivat olla avoimia tai puoliavoimia. Teemahaastattelua käytetään, kun halutaan kuulla ihmisten tulkintoja, ja heidän antamiaan merkityksiä (Tuomi & Sarajärvi, 2009, s. 107–117).

Haastattelun luotettavuutta menetelmänä heikentää se, että haastateltava uskaltaa antaa vain sosiaalisesti hyväksyttyjä vastauksia kysymyksiin tai se, että haastateltava voi haluta antaa itsestään tietynlaisen kuvan. Haastattelu on myös tilanteena erityinen. Tilanteen erityisyys saattaa aiheuttaa sen, että haastateltavat puhuvat eri tavoin haastattelun aikana kuin jossain toisessa tilanteessa. Haastatteluaineisto voidaankin tämän vuoksi luokitella olevan tilannesidonnaista, joka pitää ottaa huomioon tuloksia yleistettäessä. (Hirsjärvi ym., 2007, s. 200–202)

MALU -kurssin opiskelijoita haastateltiin kurssin jälkeen teemahaastattelumenetelmällä. Haastattelut järjestettiin vuosina 2015 ja 2016 järjestettyjen kurssien jälkeen useimmiten Helsingin yliopiston Kemian laitoksen tiloissa tai haastattelijan ja haastateltavan yhdessä neuvottelemassa paikassa. Vapaaehtoisia haastateltuja oli yhteensä 11, joista kymmenen oli naisia. Naisten enemmistö haastateltavista johtuu siitä, että kurssin käyneistä opiskelijoista vuosina 2015-2017 suurin osa oli naisia. Haastattelut nauhoitettiin ja litteroitiin. Teemahaastattelu oli sopiva tämän tutkimuksen aineiston keruumenetelmäksi, sillä sen avulla saatiin syvällisiä vastauksia tutkimuskysymyksiin, jotka pyrkivät selvittämään opiskelijoiden käsityksiä eli tulkintoja tutkimusaiheista.

3.2.4. Laadullinen sisällönanalyysi

Tässä tutkielmassa suoritettu tutkimus oli luonteeltaan kvalitatiivinen eli laadullinen, joten siitä saadun aineiston analysoimiseksi sopii laadullinen sisällönanalyysi. Sisällönanalyysi perustuu tulkintojen ja päätelmien tekemiseen. Aineiston laadullinen käsittely etenee usein niin, että aineisto hajotetaan osiin, sille luodaan ala- ja yläkäsitteitä ja lopuksi saadusta tuotoksesta muotoillaan järkevä kokonaisuus eli edetään empiirisestä aineistosta kohti käsitteellistä näkemystä. Tuomen ja Sarajärven (2009, s. 107-117) mukaan laadullinen sisällönanalyysi voidaan jaotella vielä kolmeen eri analyysimuotoon eli aineistolähtöiseen, teoriaohjaavaan ja teorialähtöiseen analyysiin. Tämä on heidän mielestään myös suositeltavampaa kuin induktiiviseen ja deduktiiviseen analyysiin jaottelu.

Aineistolähtöisessä analyysissa tutkimusaineistosta luodaan teoreettinen kokonaisuus. Analyysiyksiköt valitaan puhtaasti aineistosta tutkimuksen tarkoituksen ja tutkimuskysymysten mukaisesti, niitä ei siis sovita tai harkita etukäteen. Tutkijan aikaisemmilla tiedoilla ei pitäisi olla vaikutusta analyysin toteutukseen tai tulokseen, vaan analyysin tulisi olla puhtaasti aineistolähtöistä. Kaikki aikaisempi tieto pitäisi pystyä sulkemaan analyysin ulkopuolelle. Puhtaasti aineistolähtöinen tutkimus onkin vaikea toteuttaa, sillä yleisesti ajatellaan, että ei ole olemassa täysin objektiivisia havaintoja, vaan käytetyt käsitteet, tutkimusasetelma ja valitut menetelmät vaikuttavat aina tuloksiin. (Tuomi & Sarajärvi, 2009, s. 107–117)

Tuomi ja Sarajärvi (2009) käyttävät aineistolähtöisen analyysin vaiheiden määrittämiseksi Miles ja Hubermanin (1994) määritelmää. Milesin ja Hubermanin (1994, s. 10-12) mukaan aineiston analyysi voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: pelkistämiseen, ryhmittelyyn ja teoreettisten käsitteiden luomiseen. Pelkistämävaiheessa aineistosta karsitaan pois tutkimukselle epäoleelliset asiat. Käytännössä aineisto tiivistetään tai pilkotaan osiin. Ryhmittelyvaiheessa aineistosta etsitään samankaltaisuuksia kuvaavia käsitteitä. Samaa asiaa tarkoittavat käsitteet yhdistetään yhdeksi luokaksi ja luokka nimetään käsitteitä kuvaavasti. Tässä vaiheessa aineisto tiivistyy vielä entisestään,

sillä yksittäisiä käsitteitä sisällytetään yleisempien käsitteiden alle. Viimeisessä analyysivaiheessa jäljellä olevasta aineistosta erotellaan tutkimuksen kannalta oleelliset tiedot, ja näistä muodostetaan teoreettisia käsitteitä. Aineiston pelkistämistä ohjaa tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset. Analyysimuodon valinta vaikuttaa myös tulosten käsittelyyn ja pohdintoihin. Tuloksissa tulisi kuvata luokittelujen pohjalta muodostetut käsitteet ja niiden sisällöt. Aineistolähtöisen analyysin tuloksia koskevissa johtopäätöksissä tutkijan pitäisi pyrkiä ymmärtämään tuloksia tutkittavien kannalta. (Tuomi & Sarajärvi, 2009)

Teoriaohjaavan sisällönanalyysin logiikka perustuu Tuomen ja Sarajärven (2009) mukaan abduktiiviseen päättelyyn, joka tarkoittaa sitä, että analyysin aikaisessa ajatteluprosessissa teoria ja aineistolähtöisyys voivat vuorotella. Teoriaohjaava analyysimenetelmä mahdollistaa sen, että analyysissa on teoreettisia kytkentöjä, mutta teoria ei hallitse liikaa analyysia. Ei ole määrätty, milloin teoria pitää ottaa mukaan päättelyä tehdessä. Useimmiten se otetaan mukaan aineiston abstrahointi- eli pelkistämisvaiheessa, sillä aikaisemmissa tutkimuksissa luodut teoreettiset käsitteet on silloin luontevaa ja järkevää ottaa käyttöön. Tämä on myös vaihe joka erottaa aineistolähtöisen analyysin ja teoriaohjaavan analyysin, sillä aineistolähtöisessä analyysissä käsitteet luodaan suoraan aineistosta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että alaluokat muodostetaan kerätyn aineiston perusteella, mutta yläluokat tuodaan teoriasta. (Tuomi & Sarajärvi, 2009).

Teoriaohjaavassa sisällönanalyysissä teorian rooli on olla analyysin apuna ohjaamassa tutkimuksen lopputuloksen muodostamista. Tutkija voi valita poimiiko hän aineistosta asioita, jotka sopivat teoriaan vai analysoiko hän aineiston sellaisenaan ja pakottaa vasta lopuksi pelkistetyin aineiston sopimaan valittuun teoriaan. (Tuomi & Sarajärvi, 2009).

Teoriaohjaava analyysi valittiin tämän tutkimuksen ensimmäistä tutkimuskysymystä koskevan aineiston analysointimenetelmäksi, sillä analysoinnin taustalla vaikutti kestävä kehityksen teoria. Tutkimuskysymyksiin 2 ja 3 saatu aineisto analysoitiin puolestaan aineistolähtöisellä analyysillä.

Taulukko 3. Esimerkkejä teoriaohjaavasta analyysistä tässä tutkimuksessa.

Opiskelija	3. Määrittele kestävä kehitys	Alaluokka	Yläluokka
1.	Luonnonvarojen käyttö niin, että niitä riittää myös tuleville sukupolville.	Luonnonvarojen riittävyys	ekologinen
2.	Kehitystä siten, että luonto ja ihmiset säilyttävät resurssinsa ja toimintakykynsä.	Toimintakyvyn säilyminen, resurssien säilyminen	ekologinen, sosiaalinen
3.	Luonnon turvaamista, luonnonvarojen kestävyys, taloudellinen kestävyys, yhteiskunnallinen tasa-arvo.	Luonnon turvaamista, luonnonvarojen kestävyys, taloudellinen kestävyys, yhteiskunnallinen tasa-arvo.	ekologinen, taloudellinen, sosiaalinen
4.	Resurssien käyttäminen ympäristöystävällisesti ja vastuullisesti niin, että myös tulevilla sukupolvilla on resursseja, joita käyttää.	resurssien käytön ympäristöystävällisyys, resurssien käytön vastuullisuus	ekologinen
5.	Luonnonvarojen käyttö vaarantamatta tulevien sukupolvien mahdollisuuksia.	luonnonvarojen käyttö	ekologinen
6.	Luonnon, raaka-aineiden, eri luonnonvarojen, ihmisoikeuksien, päästöjen huomioiminen ja kehittäminen parempaan suuntaan kaikessa (toiminnassa).	ympäristön huomioiminen, ihmisoikeuksien huomioiminen	ekologinen, sosiaalinen

4. Tulokset

Tässä luvussa esitellään tutkimuksessa saatuja tuloksia tutkimuskysymyksittäin jaoteltuna. Tutkimuksessa käytetyt lomakkeet ja haastattelukysymysrunko löytyvät liitteistä (ks. Liitteet 1-3).

4.1 Kurssin vaikutukset tulevien aineenopettajien ymmärrykseen

Tutkimuksessa haluttiin selvittää, miten MALU-kurssi vaikutti aineenopettajaopiskelijoiden käsitykseen kestävästä kehityksestä (luku 4.1.1) ja kiertotaloudesta (luku 4.1.2) (vrt. tutkimuskysymys 1). Käsitykset ennen kurssia analysoitiin alkukyselylomakkeen aineistosta (N=20). Kurssin jälkeiset käsitykset kerättiin loppukyselylomakkeella (N=10) ja haastatteluilla (N=11).

4.1.1 Kestävä kehitys

Kyselylomakkeissa kurssilaisia pyydettiin määrittelemään kestävä kehitys. Kestävää kehitystä kuvailtiin useimmiten sanoilla luonnonvarat ja resurssit. Vastaukset luokiteltiin kestävä kehityksen teoriasta tuotujen ekologisen, taloudellisen ja sosiaalisen osa-alueen yläluokkien alle, ja niistä muodostettiin kuhunkin yläluokkaan sopivia alaluokkia. Käsitellään ensin tilanne ennen kurssia, ja sen jälkeen tilanne kurssin jälkeen.

Käsitykset ennen kurssia

Ennen kurssia alaluokkia löytyi yhteensä kahdeksan. Muodostuneet alaluokat ennen kurssia olivat resurssit, ympäristön hyvinvointi, kierrätys, elintaso, tuotteen ja palvelut, elämänlaatu, tasa-arvo ja ihmisoikeudet. Ne sijoiteltiin teoriasta tuotujen yläluokkien alle (ks. taulukko 4).

Taulukko 4. Kurssilaisten käsitykset kestävästä kehityksestä ennen kurssia, jaoteltuna teoriaosuudessa määriteltuihin kestävä kehityksen osa-alueisiin.

Ekologinen osa-alue	Taloudellinen osa-alue	Sosiaalinen osa-alue
Resurssit (luonnonvarat ja muut resurssit)	Elintaso (elintason säilyttäminen)	Elämänlaatu (toimintakyvyn säilyminen, hyvä elämänlaatu)
Ympäristö itseisarvona (luonnon turvaaminen, ympäristön huomioiminen, ympäristön hyvinvointi, päästöt)	Tuotteet ja palvelut (materiaalivalinnat, biologisesti kestävät tuotteet ja innovaatiot)	Tasa-arvo (yhteiskunnallinen tasa-arvo)
Kierrätys		Ihmisoikeudet (työolosuhteiden parantaminen)

Resurssit-alaluokkaan sijoitettiin vastaukset, joissa ilmaistiin luonnonvarojen riittävyys, luonnonvarojen kestävyys, luonnonvarojen käyttö, rajalliset luonnonvarat, resurssien säilyminen, resurssien käytön ympäristöystävällisyys, resurssien käytön vastuullisuus tai uusiutuvat materiaalit. Yhteensä kymmenen vastaajista oli ennen kurssia kirjoittanut vastaukseensa jonkun edellä mainituista. Esimerkki resursseihin luokitellusta vastauksesta:

”Resurssien käyttäminen ympäristöystävällisesti ja vastuullisesti niin, että myös tulevilla sukupolvilla on resursseja, joita käyttää.” (Vastaaaja 4)

Ympäristö itseisarvona -alaluokka muodostui vastauksista, joissa luonnonsuojelu ja ympäristön hyvinvointi itsessään nähtiin osana kestävästä kehityksestä. Tällaiset vastaukset pitivät sisällään asioita, kuten luonnon turvaaminen, luonnon toimintakyvyn säilyminen, ympäristön huomioiminen, ympäristön hyvinvointi ja päästöt. Kaksi esimerkkiä tähän alaluokkaan luokitellusta vastauksesta:

”Huomioidaan ympäristö.” (Vastaaaja 14)

”Suunnitelmia, päätöksiä ja toimia, jotka edistävät ympäristön hyvinvointia nyt ja tulevaisuudessa.” (Vastaaaja 17)

Kierrätys-alaluokan muodostivat vastaukset, joissa kierrätys nähtiin keskeisenä osana kestävästä kehityksestä. Mainintoja kierrätyksestä oli yhteensä kolmessa alkukyselylomakkeen vastauksessa.

”Kierrättämisen maksimointia kaikilla elämän alueilla.” (Vastaaaja 11)

Tuotteet ja palvelut -alaluokka muodostui vastauksista, joissa oli vastattu, että kestävässä kehitykseen liittyy palveluiden tai tuotteiden ympäristöystävällisyys sekä kestävyys. Esimerkkejä Tuotteet ja palvelut -alaluokkaan luokitelluista vastauksesta ennen kurssia:

”Kestävässä kehityksessä pyritään valmistamaan tuotteita tai luomaan palveluja, jotka kuluttaisivat mahdollisimman vähän, jotka kestäisivät kauemmin ja olisivat kierrätettäviä ym.” (Vastaaaja 18)

”Med hållbar utveckling menas att industri fokuserar på biologiskt hållbara innovationer och produkter.” (Vastaaaja 10)

YK-liiton määritelmän mukaan taloudellinen kestävyys ylläpitää hyvinvointia. Elintason voidaan sanoa olevan vahvasti yhteydessä mitattuun hyvinvointiin. Tämän vuoksi vastauksissa mainittu elintaso, on nostettu omaksi alaluokaksi ja luokiteltu kuuluvaksi taloudellisen osa-alueen alle. Esimerkki **Elintaso**-alaluokkaan luokitellusta vastauksesta:

”Modernin elämäntavan kehittäminen siten, ettei tulevien sukupolvien mahdollisuuksia yhtä hyvän elämänlaadun ja sen kehittämiseen vaaranneta, samalla säilyttäen tämän hetkisen elintason. En tiedä sisältääkö ajatus länsimaisen elintason laajenemisen myös kaikkialle maailmaan.”

(Vastaaaja 7)

Elämänlaatu-alaluokka muodostettiin, kun yksi vastauksista sisälsi ajatuksen ihmisten toimintakyvyn säilymisestä kestävästä kehityksen ansiosta:

”Kehitystä siten, että luonto ja ihmiset säilyttävät resurssinsa ja toimintakykynsä.” (Vastaja 2)

Tasa-arvo -alaluokka muodostettiin, kun yksi vastaaja oli vastauksessaan maininnut suoraan yhteiskunnallisen tasa-arvon:

”Luonnon turvaamista, luonnonvarojen kestävyys, taloudellinen kestävyys, yhteiskunnallinen tasa-arvo.” (Vastaja 3)

Yksi vastaaja oli maininnut ihmisoikeudet alkukyselyssä. Toinen vastaaja puolestaan toi alkukyselylomakkeen vastauksessa esille sosiaalisen kestävästä kehityksen vaikuttavan työolosuhteisiin. Työolosuhteet on tässä myös luokiteltu kuuluvan ihmisoikeuksiin, joten se ei muodosta omaa alaluokkaa sosiaalisen osa-alueen alla. Vastaukset, jotka muodostivat **Ihmisoikeudet**-alaluokan:

”Kestävää kehitystä on sosiaalinen ja taloudellinen kestävä kehitys. Taloudellisella kestäväällä kehityksellä tarkoitetaan etenkin materiaaliin ja ympäristön hyvinvointiin/säilymiseen vaikuttavia valintoja ihmisen arjessa. Sosiaalista kestävästä kehitystä on muun muassa kehityksmaiden työolosuhteisiin vaikuttavat tekijät.” (Vastaja 8)

”Luonnon, raaka-aineiden, eri luonnonvarojen, ihmisoikeuksien, päästöjen huomioiminen ja kehittäminen parempaan suuntaan kaikessa (toiminnassa).” (Vastaja 6)

Jotkin vastauksista sisälsivät kahteen tai useampaan alaluokkaan kuuluvia käsitteitä, kuten vastauksessa: *”Kehitystä, joka ei riistä luontoa, vaan pitää huolen, että käytetään uusiutuvia materiaaleja yms.”* (Vastaja 15). Kyseinen vastaus luokiteltiin kuuluvaksi niin Resurssit-alaluokkaan kuin Ympäristö itseisarvona -alaluokkaan. Samoin vastaus *”Luonnon turvaamista, luonnonvarojen kestävyys, taloudellinen kestävyys, yhteiskunnallinen tasa-arvo.”* (Vastaja 3), voitiin luokitella kuuluvan kolmeen eri alaluokkaan: Resurssit, Ympäristö itseisarvona ja Tasa-arvo.

Kurssin jälkeen

Kurssin jälkeen alaluokkia löytyi neljä kappaletta. Kurssin jälkeen muodostuneita alaluokkia olivat Resurssit, Ympäristö itseisarvona, Kierrätys sekä Tuotteet ja palvelut

Taulukko 5. Kurssilaisten käsitykset kestävästä kehityksestä kurssin jälkeen, jaoteltuna teoriaosuudessa määriteltymiin osa-alueisiin.

Ekologinen osa-alue	Taloudellinen osa-alue	Sosiaalinen osa-alue
Resurssit (luonnonvarat ja muut resurssit)	Tuotteet ja palvelut	
Ympäristö itseisarvona		
Kierrätys		

Esimerkki **Tuotteet ja palvelut** -alaluokkaan luokitellusta vastauksesta kurssin jälkeen:

”Pyritään käyttämään tuotteita ja palveluita luontoa mahdollisimman vähän kuormittavasti”.
(Vastaaaja 1)

Esimerkki **Resurssit** -alaluokkaan luokitellusta vastauksesta:

”Kehitystä sillä tavalla, että luonnonvarat ja muut resurssit eivät kulu pysyvästi vaan niiden on tarkoitus kestää, parhaimmillaan ikuisesti” (Vastaaaja 4)

Mainintoja kierrätyksestä oli kolmessa haastatteluvastauksessa, mutta loppukyselylomakkeen vastauksista ei esiintynyt yhtään mainintaa. Esimerkki **Kierrätys**-alaluokkaan kuuluvasta vastauksesta, joka saatiin kurssin jälkeen pidetystä haastattelusta:

”Ja sit ois ehkä kiva, että sitä sit yrittäis opettaa jotenkin silleen, että ei lähtiskään välttämättä siitä kierrätysajatuksesta, vaan lähtiski jostain muusta, ettei se jäis siihe päällimmäiseksi, koska mä uskon, että mä en oo se ainoa jolla se on päällimmäisenä siinä, että kestävä kehitys on viherpiipertäjien juttu.” (Haastattelu nro 9)

4.1.2 Kiertotalous

Kyselylomakkeessa kurssilaisia pyydettiin määrittelemään myös kiertotalous. Kiertotaloutta kuvattiin useimmiten sanalla kierrätys. Vastauksista muodostettiin alaluokkia, jotka luokiteltiin myös kestäväen kehityksen teoriasta tuotujen ekologisen, taloudellisen ja sosiaalisen osa-alueen yläluokkien alle, sillä kiertotalous on osa kestävää kehitystä. Käsitellään ensin tilanne ennen kurssia, ja sen jälkeen tilanne kurssin jälkeen.

Käsitykset ennen kurssia

Ennen kurssia alaluokkia löytyi yhteensä seitsemän. Muodostuneet alaluokat ennen kurssia olivat kierrätys, resurssit, jäte, jakamistalous, uudelleenkäyttö, tehokkuus ja elinkaarianalyysi (ks. taulukko 6). Kiertotalous oli kestävästä kehitystä vähemmän tunnettu aihe, sillä kahdeksan alkukyselylomakkeen vastaajista kirjoitti vastauksessaan, ettei ollut kuullut koko termiä aikaisemmin. Vastaukset painottuivat ennen kurssia ekologisen osa-alueen puolelle.

Taulukko 6. Kurssilaisten käsitykset kiertotaloudesta ennen kurssia, jaoteltuna kestävän kehityksen teoriaosuudessa määriteltuihin kestävän kehityksen osa-alueisiin.

Ekologinen osa-alue	Taloudellinen osa-alue	Sosiaalinen osa-alue
Kierrätys (7)	Jakamistalous (1) (omistamisesta käyttämiseen, palveluiden hyödyntäminen)	
Resurssit (2) (luonnonvarat, materiaalit)	Uudelleenkäyttö (2) (toisen jäte toisen raaka-aine, huoltaminen, entisöinti)	
Jäte (2) (jätteettömyys, jätteen talous)	Tehokkuus (1)	
	Elinkaarianalyysi (1)	

Moni vastauksista voitiin luokitella kuuluvan **Kierrätys**-alaluokkaan. Tämän alaluokan kaikissa vastauksissa mainittiin kierrättäminen, ja kiertotalous nähtiin muun muassa kierrätyksen maksimointina. Esimerkkejä Kierrätys-alaluokkaan luokitelluista vastauksista:

”Tulee mieleen jokapäiväinen kierrättäminen, vähän laajemmin taloudellisesti.” (Vastaja 6)

”Mitä se pääpiirteissään tarkoittaa, eli raaka-aineen kierrättämistä.” (Vastaja 7)

”Tavoitteena saada esineet, raaka-aineet tai molekyylit kiertämään. Ei siis esim vain tuottamaan energiaa poltolla.” (Vastaja 9)

”Pyritään säästämään luonnonvaroja ja materiaaleja. Halutaan maksimoida kierrättäminen, jotta ”kaatopaikalle” joutuisi mahdollisimman vähän tavaraa.” (Vastaja 11)

Resurssit-alaluokka sijoitettiin ekologisen osa-alueen alle. Alaluokkaan luokitellussa vastauksessa viitattiin harvinaisiin hyötymetalleihin eli rajallisiin luonnonvaroihin:

”Tärkeää tulevaisuudessa harvinaisten hyötymetallien suhteen. Muutenkin ekoloogisempaa.”

(Vastaja 16)

Jäte-alaluokka tarkoittaa jätteettömyyteen pyrkimistä ja kaatopaikalle joutuvan materiaalin vähentämistä. **Jakamistalous**-alaluokka sisältää puolestaan ajatukset palveluiden käyttämisestä tavaroiden ostamisen sijaan sekä siirtymistä omistamisesta käyttämiseen. Esimerkki alkukyselylomakkeen vastauksesta, joka luokiteltiin kuuluvaksi kumpaankin alaluokkaan:

”Kiertotalous sanana ei sanonut aluksi mitään (ehkä kierrätys). Katsoin Moodlesta: Jätteen talous, omistamisesta käyttämiseen, toisen jäte on toisen raaka-aine.” (Vastaja 3)

Uudelleenkäyttö tarkoittaa resurssin uudelleenkäyttöä sellaisenaan, entisöintiä, jälleenmyyntiä tai muun muassa teollisuussymbiooseissa hyödynnettävää periaatetta ”toisen jäte on toisen raaka-aine”. Esimerkki Uudelleenkäyttö-alaluokkaan sijoitetusta alkukyselylomakkeen vastauksesta:

”Kiertotalous on keskeinen osa kestävästä kehitystä. Kiertotalouden ideana on pyrkiä kierrättämään tuotteita mahdollisimman tehokkaasti. Kierrättämistä on esimerkiksi se, että toiselle hyödytön tavara on toiselle uusi aarre jo sellaisenaan tai entisöinnin jälkeen. Toisaalta kiertotalous on sitä, että esimerkiksi muovit pystytään hyödyntämään kierrätyksen avulla useampaan kertaan eikä siten tarvitse käyttää niin paljoa niin kutsuttua neitseellistä luonnonvaraa.” (Vastaja 8)

Tehokkuus tarkoittaa tuotteiden ja palveluiden tehokasta käyttöä, jonka nähdään kiertotaloudessa resurssin arvon vaalimisena. Esimerkki Tehokkuus-alaluokkaan sijoitetusta vastauksesta ennen kurssia:

”Pyritään huomioimaan tuotteiden ja palvelujen koko elinkaaren aikana syntyvät ympäristövaikutukset, sekä tekemään niiden käyttämisestä mahdollisimman tehokasta ja kestävä.”

(Vastaja 12)

Elinkaarianalyysi-alaluokka sisältää vastaukset, joissa on vastattu kiertotalouden huomioivan laajemmin tuotteiden ja palveluiden elinkaaren tai maksimoivan niiden käyttöajan. Esimerkkivastaus Elinkaarianalyysi-alaluokkaan luokitellusta vastauksesta ennen kurssia:

”Kiertotalous kertoo tuotteiden elinkaaren valmistamisesta ja raaka-aineista niiden hajoamiseen.”

(Vastaja 18)

Käsitykset kurssin jälkeen

Kurssin jälkeen alaluokkia muodostui kuusi kappaletta. Muodostuneet alaluokat kurssin jälkeen olivat kierrätys, resurssit, jäte, jakamistalous, uudelleenkäyttö, tehokkuus ja elinkaarianalyysi. Alaluokat sijoitettiin kestävän kehityksen yläluokkien alle (ks. taulukko 7). Kurssin jälkeen useampi vastaus voitiin luokitella kuuluvaksi johonkin taloudellisen osa-alueen alaluokkaan.

Taulukko 7. Kurssilaisten käsitykset kiertotaloudesta kurssin jälkeen, jaoteltuna kestävän kehityksen teoriaosuudessa määriteltyihin kestävän kehityksen osa-alueisiin.

Ekologinen osa-alue	Taloudellinen osa-alue	Sosiaalinen osa-alue
Jäte (3) (jätteenkäyttö, jätteen talous)	Elinkaarianalyysi (5)	
Kierrätys (3)	Uudelleenkäyttö (5) (toisen jäte toisen raaka-aine, jälleenmyynti)	
	Jakamistalous (1) (omistamisesta käyttämiseen, palveluiden hyödyntäminen)	
	Tehokkuus (1)	

Kurssin jälkeisiä esimerkkejä **Jäte**-alaluokkaan sijoitetuista vastauksista:

”Jätettä ei synny, vaan materiaalit hyödynnetään uudestaan.” (Vastaja 2)

”Taloudellista mallia, jossa ”jätettä” ei synny, vaan kaikki mitä (tuotannosta) käsittelystä/käytöstä jää yli hyväksi käytetään jollakin tapaa.” (Vastaja 4)

Kurssin jälkeisistä vastauksista seuraava luokiteltiin kuuluvan **Tehokkuus**-alaluokkaan:

”Se pyrkii maksimoimaan tuotteiden käyttöikää ja arvoa.” (Vastaja 8)

Esimerkki **Elinkaarianalyysi**-alaluokkaan sijoitetusta vastauksesta kurssin jälkeen:

”Kiertotaloudessa pyritään maksimoimaan tuotteiden ja raaka-aineiden kierrätys ja käyttöaika.”
(Vastaja 9)

Esimerkki **Uudelleenkäyttö**-alaluokkaan sijoitetusta loppukyselylomakkeen vastauksesta:

”Tuotantoprosessissa (fyysinen tuote tai palvelu) toteutuva resurssien kierrätys. Alkuperäisen tarkoituksen jälkeen voidaan vielä etsiä uusi käyttötarkoitus resurssille.” (Vastaja 3)

ja haastattelusta:

”Sellanen tehtävä saatiin missä edetään alusta ihan periaatteessa loppuun. Et se oli mun mielestä tosi hieno. Nähtiin mitä kaikkia eri toimenpiteitä käydään läpi, mistä hyödytään, että saadaan tätä ja sekin oli just se sivutuote.” (Haastattelu nro 5)

4.2 Kestävän kehityksen toteutusmalleja

Tutkimuksen toisena kysymyksenä oli: *Miten tulevat aineenopettajat toteuttaisivat kestävän kehityksen opetusta?* Tässä tutkimuskysymyksessä etsittiin siis vastauksia siihen, millä tavoin MALU-kurssin opiskelijat toteuttaisivat kestävän kehityksen opetusta. Vastauksissa on huomioitu myös kiertotalouden opettamiseen liittyvät vastaukset, koska kiertotalous on määritelty tässä olevan osa kestävää kehitystä. Vastaukset toiseen tutkimuskysymykseen saatiin ennen kurssia kyselylomakkeen vastauksista, ja kurssin jälkeen kyselylomakkeen vastauksista sekä haastatteludatasta.

Kurssilaisten vastaukset kestävän kehityksen opettamiseen pystyttiin jakamaan useimmissa tapauksissa lähestymistavoiksi tai opetusmenetelmiksi (ks. Taulukko 8). Lähestymistapojen ja opetusmenetelmien vertaamisesta ennen ja jälkeen kurssin käy ilmi, että kurssin jälkeen opiskelijoilla oli enemmän ideoita kestävän kehityksen opettamiseen. Kurssin jälkeen lähestymistavoista eniten mainintoja saivat käytäntö (N=6) ja konkreettiset esimerkit (N=5). Useimmiten mainittuja opetusmenetelmiä olivat eheyttävä opetus (N=9), vierailut (N=8) ja projektit (N=8).

Taulukko 8. Kestävän kehityksen opetukseen ehdotetut lähestymistavat ja opetusmenetelmät

Ennen kurssia	Kurssin jälkeen
<p>Lähestymistavat</p> <p>Konkreettiset esimerkit (5) Esim. perheen hiilijalanjäljen laskeminen Oppilaiden elämään/arkeen liittäminen (3) Oppilaiden omien kokemusten kautta (2) Ilmiöihin tutustuminen</p>	<p>Lähestymistavat</p> <p>Käytäntö (6) Esim. kemian tunneilla veden ja reagenssien säästeliäs käyttö Konkreettiset esimerkit (5) Esim. kuva jätelautasta Oppilaan elämään/arkeen liittäminen (3) Kontekstit (3): Esim. Kiertotalous Ilmiölähtöisyys (2) Ammattien esittelyn kautta</p>
<p>Opetusmenetelmät</p> <p>Ryhmätyö (2) Vierailut Esim. yrityksiin ja laitoksiin Projektityöt Kilpailut Pelit Elinkaaritutkimus Tiedonhakutehtävät</p>	<p>Opetusmenetelmät</p> <p>Ehdyttävä opetus (9) Vierailut (8): Esim. Yritysvierailut Projektit (8) Ryhmätyöt (4) Tutkimukset (4) Esim. Elinkaaritutkimus roskakoriteemalla Keskustelut (2) Esitelmät Väittelyt Paneelit Draama</p>

Esimerkki ennen kurssia saadusta vastauksesta, jossa ehdotetaan lähestymään kestävää kehitystä ilmiöiden kautta. Opetusmenetelmäksi ehdotetaan ryhmätyötä:

”Oppilaiden voisi antaa esimerkiksi ryhmätyönä tutustua erilaisiin maailmaa ja yhteiskuntaa uhkaaviin ilmiöihin ja niiden kestävän kehityksen mukaisiin ratkaisuihin.” (Vastaja 7)

Haastatteluissa päästiin syvemmälle kestävän kehityksen opettamiseen, jolloin voitiin selvittää menetelmien ja lähestymistapojen lisäksi myös kurssilaisten mielipiteitä käytännön toteutuksesta ja opettajien välisen yhteistyön mahdollisuudesta.

Kolme opiskelijaa ehdotti, että kestävän kehityksen opettaminen olisi osa kaikkea opetusta läpi kouluajan ja vuosikurssien. Yksi vastaajista haluaisi kestävän kehityksen olevan osa kaikkea oppilaiden tekemistä:

”Kun se on kuitenkin sellainen tosi tärkeä aihe ja se pitäisi ehkä saada, tai nyt olisi hyvä tilaisuus ehkä just uuden opetussuunnitelman ja sen myötä saada se sellaiseksi asiaksi, jota opetetaan koko sen kouluajan läpi ja niin että se tulis sellaiseksi ihan osaksi oppilaiden ja lasten arkipäivää jollain tavalla, että mahdollisimman monessa asiayhteydessä esille ja mahdollisimman paljon jotenkin itse tekemisen kautta.” (Haastattelu nro 6)

Muita haastatteluissa mainittuja ajalliseen toteuttamiseen liittyviä vaihtoehtoja olivat kaksoistunnit, teemaviikot, ilmiöjaksot, valinnaiskurssit ja luonnontiedepäivät.

Eheytämisen yhteydessä mainittiin muutamissa haastatteluissa yhteistyö muiden opettajien kanssa tai eri aineiden asiantuntijoiden huomioiminen:

”Varmaan aika eheyttävästi pyrkisin sen tekemään ja semmosena aika laajana isona projektina, niin että siihen saisi mahdollisimman monta eri aineen asiantuntijaa mukaan ja siis eri aineen opettajat tekis yhteistyötä, jolloin se ideointiprosessi ois toivottavasti hedelmällinen ja saatais aikaan paljon isompi, hienompi, innovatiivisempi projekti kuin mitä kukaan yks ihminen vois yksin omassa oppiaineessaan saada aikaan.” (Haastattelu nro 3)

4.3 Projektiopiskelun mahdollisuudet ja haasteet

MALU-kurssilaisten kokemuksia projektiopiskelun tarjoamista mahdollisuuksista ja haasteista (ks. tutkimuskysymys 3) kartoitettiin teemahaastatteluilla. Opiskelijat nostivat esiin kaksi keskeistä mahdollisuutta, jotka olivat sisältöjen oppiminen ja oppimistaitojen oppiminen (ks. Taulukko 9). Opiskelijoiden vastaukset koskien projektiopiskelun haasteita voitiin selvästi jakaa joko opettajaa tai oppilasta koskeviksi. Kurssilaiset esimerkiksi epäilivät, että opettaja voisi kohdata työssään haasteena suunnitteluun menevän ajan ja oppilaiden tukemisen projektin aikana, kun taas oppilaat saattaisivat kokea haasteeksi projektien samanaikaisuuden ja erilaiset henkilökohtaiset tavoitteet (ks. Taulukko 10).

Taulukko 9. Kurssilaisten kokemukset projektiopiskelun tarjoamista mahdollisuuksista

	Mahdollisuus	Opiskelijoiden mainitsevat mahdollisuudet
1.	Sisältöjen oppiminen	<ul style="list-style-type: none">• Kokemukset ja merkityksellisyys auttavat muistamaan• Tiedonkäsittelytaitojen harjaantuminen• Soveltamisen taidot kehittyvät• Monilukutaito kehittyy• Laajentaa näkökulmaa• Kokonaiskuva hahmottuu paremmin• Tekemällä oppiminen• Oppii paremmin• Oppii työelämän edellyttämiä taitoja• Motivoiva ja innostava vaikutus
2.	Oppimistaitojen oppiminen	<ul style="list-style-type: none">• Periksiantamattomuuden harjaantuminen• Aikataulutustaidot kehittyvät• Oma-aloitteisuus kasvaa• Reflektointitaidot kehittyvät• Vertaistuen merkityksen huomaaminen

Erään haastateltavan käsitys projektiopiskelun tarjoamista mahdollisuuksista:

”Ensinnäkin just se et oppilaat siinä vuorovaikuttavat toistensa kanssa, niin silloin... niin kuin meille täällä on opetettu, niin silloin ne asiat sitten hioutuvat niitä konkreettisemmin sitten työstämään omassa päässään kuin sitten heille joku niitä tuolta edestä kertoisi. Tietysti vuorovaikutustaitoja ja sitten siinä opitaan näkemään myös erilaisia näkökulmia asioihin.”

(Haastattelu nro 1)

Seuraavassa esimerkissä haastateltava listaa oppimistaitoja, joita projektien aikana voi kehittää:

”Sitten oppimisen tavoitteita, sen lisäksi että on ne tavoitteet siihen sisältöön liittyen, niin tämmöisestä projektityöstä saa sitten semmosia asioita, joita tarvii ihan oikeassa elämässä. Esimerkiksi ryhmätyöskentelytaitoja, kommunikointitaitoja, joita sitten tämmösissä projektitöissä usein harjotellaan, periksiantamattomuus harjaantuu siinä ja sekin voi tulla siinä esiin, että aina ei onnistu ja aina ei mee niin kuin on ajatellut ja sitten täytyy vaan yrittää uudestaan ja parhaimmillaan, niistä projekteista, kun se oppilas on se aktiivinen toimija ja opettaja se tukihenkilö.” (Haastattelu nro 3)

Taulukko 10. Kurssilaisten kokemukset projektiopiskelun haasteista.

	Haasteen kohde	Opiskelijoiden mainitsevat haasteet
1.	Opettaja	<ul style="list-style-type: none">• Suunnitteluun menee paljon aikaa• Persoonan merkitys• Oikean roolin löytäminen• Tuen määrän asettaminen sopivalle tasolle• Tilan aiheuttamat rajoitteet tai välineiden puutteellisuus
2.	Oppilas	<ul style="list-style-type: none">• Henkilökohtaisten tavoitteiden erot ryhmässä• Projektien samanaikaisuus rasittaa• Tavoitteet eivät välity• Kokonaiskuva ei hahmotu

Eräs haastateltava kokee, että opettajan persoonalla voi olla merkitystä projektityön ohjaamisen onnistumiseen:

”Voi olla, että joku tietynlainen opettaja, joka saisi otteen niistä oppilaista, niin se pystyisi niiden kanssa, mutta siinä täytyy olla aika rento ja pitkä pinna ja löytää ne, mitkä niitä motivoi ja osata auttaa niitä muodostamaan hyviä ryhmiä. Opettajan kokemuksesta on hyötyä, mutta aika paljon myös opettajan persoona vaikuttaa siihen, sitä ei voi ite muuttaa, jotku opettajat osaa ehkä toimia joku ei.” (Haastattelu nro 4)

Seuraavassa haastatteluvastauksessa haastateltava uskoo, että projektiopiskelussa oppilaille ei välttämättä hahmotu kokonaiskuva käsiteltävästä aiheesta:

”No ei semmoset perinteiset posteriprojektityöt missä keskitytään ihan johonkin tiettyyn spesifiin aiheeseen ja sillee et se jaetaan vielä tee sä tästä, mä tästä ja kolmas tyyppi tekee tosta, niin sit ne oppilaat keskittyy siihen omaan pikku pikku palaseensa eikä saat sit siitä kokonaisuutta irti.”
(Haastattelu nro 11)

5. Johtopäätökset ja pohdinta

Tässä luvussa tarkastellaan tutkimuksen tuloksia tutkimuskysymyksittäin jaoteltuna, ja verrataan niitä aikaisempaan tutkimustietoon. On huomattava, että tutkimus oli luonteeltaan kvalitatiivinen ja tutkimuksen otosjoukko oli pieni. Yleistyksiä ei siis voida tehdä tämän tutkimuksen tulosten perusteella.

5.1 Miten Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssi vaikuttaa tulevien aineenopettajien ymmärrykseen kiertotaloudesta ja kestävästä kehityksestä

Ennen kurssia opiskelijoiden käsitykset kestävästä kehityksestä painottuivat yhtä paljon ekologisen osa-alueeseen ja sosiaalisen osa-alueeseen (ks. Taulukko 4). Kurssin jälkeen luokkia muodostui eniten ekologisen osa-alueen alle (ks. Taulukko 5). Tämä tulos vahvistaisi jo aikaisemmin saatuja tuloksia siitä, että ekologinen osa-alue painottuu niin kestävää kehitystä koskevissa tutkimuksissa kuin opetuksessakin (esim. Eilks, 2015, Lélé, 1991; Seuring ym., 2008). Käsitykset kiertotaloutta koskien painottuivat lähes yhtä paljon taloudellisen ja ekologisen osa-alueen alle ennen ja jälkeen kurssin. Ainoastaan yksi luokka oli pudonnut ekologisen osa-alueen alta pois kurssin jälkeen.

Muutamien aikaisempien tutkimusten mukaan kemian opettajaopiskelijoiden käsitykset kestävästä kehityksestä tai sen opettamisesta ovat huonosti teoriaan pohjautuvia, ja kestävä kehitys käsite saattaa olla kokonaan vieras. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella kaikki kurssilaiset tunsivat kestävä kehityksen käsitteen. Vain pieni osa vastaajista kuitenkin mainitsi asioita kaikista kestävä kehityksen osa-alueista, osa oli ottanut huomioon kaksi osa-aluetta ja loput vain yhden, joka oli tällöin ekologinen osa-alue. Tämän pohjalta voisi sanoa, että kestävä kehityksen käsite oli tämänkin tutkimuksen tulosten perusteella osallistujilla heikosti teoriaan pohjautuva. Toisaalta taas osa vastaajista oli kirjoittanut kestävä kehityksen määritelmään Brundtlandin raportin määritelmän (määritelmä löytyy kappaleesta 2.1 Kestävä kehitys), joka kertoo jo jonkinasteisesta teoriapohjautuvuudesta. Kiertotalouden käsitettä kaikki kurssilaiset eivät tunteneet entuudestaan ja muutama kurssilainen kertoi vastauksessaan, että oli joutunut etsimään määritelmän alkukyselylomakkeeseen esimerkiksi kurssilla käytetyltä Moodle-oppimisalustalta. Kurssi siis vaikutti opiskelijoiden käsitykseen kiertotaloudesta joko aikaisempaa käsitystä vahvistavasti tai täydentävästi tai niin, että kurssilla opittiin käsite ensimmäistä kertaa. Kiertotalouden käsitteen ymmärrystä tai tuntemusta ei ole tutkittu aikaisemmissa tutkimuksissa.

Kestävä kehityksen käsitteen ymmärtämistä koskevia tuloksia tulkitessa huomattiin eri osa-alueiden painotusten lisäksi se, että ennen kurssia kestävä kehityksen kaikkien osa-alueiden alle muodostui yhteensä kahdeksan alaluokkaa ja kurssin jälkeen vain neljä. Selitystä ei voida suoraan hakea opiskelijoiden käsityksistä tai sanoa ymmärryksen köyhtyneen kurssin aikana, sillä myös vastausmäärät ovat eri suuret ennen ja jälkeen kurssin. Tähän tutkimuskysymykseen haettiin vastauksia ensisijaisesti kyselylomakkeella, ja ennen kurssia kyselylomakkeeseen saatiin vastauksia 20, kun taas kurssin jälkeen vain 10. Pieni vastausmäärä kurssin jälkeen johtui ennen kaikkea siitä, että kaikki kurssin aloittaneet opiskelijat eivät käyneet kurssia loppuun saakka sekä siitä, että vuonna

2016 yksikään opiskelijoista ei vastannut kurssin loppukyselylomakkeeseen. Tuloksien ei siis tästä seikasta johtuen voida sanoa olevan luotettavia.

Jos tuloksia tulkittaisiin kuitenkin pohjaten aikaisempiin tutkimuksiin, joiden mukaan kursseilla korostetaan ekologista osa-aluetta, on mielenkiintoista pohtia siihen liittyviä syitä. Etenkin sosiaalisen osa-alueen tippuminen kestävästä kehitystä koskevista vastauksista kokonaan voi näyttää huolestuttavalta. Ehkäpä tähän tulokseen voimme yrittää etsiä yleistä selitystä yhteiskunnastamme. Suomessa ollaan maailman mittakaavassa korkealla tasolla esimerkiksi ihmisten välisessä tasa-arvossa ja ihmisoikeuksissa. Voi olla, ettei tällaisten asioiden muisteta tai määritellä olevan osa sosiaalista kestävyyttä tai kestävästä kehitystä. Voimmeko ajatella että, esimerkiksi tasa-arvoon liittyvät asiat, ja sen edistäminen saattavat olla suomalaiselle niin itsestään selviä, ettemme edes kaipaa niihin liittyvää keskustelua, ja olemme sen vuoksi ikään kuin ajautuneet korostamaan ekologista osa-aluetta? Toisaalta viime vuonna Suomessakin julkisuutta saanut Me too -kampanja kertoo toista.

5.2 Miten tulevat aineenopettajat toteuttaisivat kestävästä kehityksen opetusta

Tulosten perusteella tulevat aineenopettajat hyödyntäisivät kestävästä kehityksen opetukseen mieluiten lähestymistavoista käytäntöä ja konkreettisia esimerkkejä sekä opetusmenetelmistä eheyttävää opetusta, vierailuja ja projekteja. Kurssilla käytettiin opetusmenetelminä juuri projektiopiskelua, vierailuja sekä eheyttävää opetusta. Tulosten perusteella voisikin tehdä johtopäätöksen, että etenkin kurssilla käytetyt opetusmenetelmät koettiin onnistuneiksi, ja siksi myös toimiviksi tulevaisuudessa aiheen opettamiseen. Saatujen tulosten voidaan sanoa olevan positiivisia tai jopa toivottuja, sillä ne sopivat yhteen oppilaan aktiivista asemaa ja eheyttämistä korostavien uusimpien opetussuunnitelmien kanssa.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on tutkittu vain vähäisesti tulevien opettajien kokemuksia erilaisista opetusmetodeista tai lähestymistavoista kestävästä kehityksen opetuksessa, sillä useimmiten tutkimuksen kohdejoukkona on ollut jo työelämässä olevia opettajia. Voimme verrata kuitenkin yleisesti saatuja tuloksia aikaisempiin julkaisuihin. Esimerkiksi Juntusen ja Akselan (2014) kestävästä kehityksen opetukseen suositeltuja lähestymistapoja käsittävällä listalla esiintyvät myös monitieteelliset lähestymistavat, yhteistyö koulun ulkopuolisten tahojen kanssa, yhteisöllinen ja oppilaskeskeinen oppiminen. Kurssin käyneet opettajaopiskelijat toteuttaisivat siis juuri näitä aikaisemmissa tutkimuksissa hyväksi havaittuja opetusmenetelmiä myös omassa opetuksessaan tämän tutkimuksen tuloksien pohjalta.

Vaikkei tämän tutkimuskysymyksen tavoitteena ollut selvittää kurssin vaikutusta siihen, miten opiskelijat toteuttaisivat opetuksen, oli kuitenkin luontevaa jaotella ne erillisiksi osiksi taulukkoon (ks. Taulukko 8). Ennen ja jälkeen kurssin saatuja taulukoituja tuloksia vertaamalla voidaan havaita, että kurssin jälkeen opiskelijoilla oli enemmän ideoita kestävän kehityksen opettamiseen. Suoraa johtopäätöstä kurssin vaikutuksesta ei kuitenkaan ole luotettavaa tehdä, sillä ideoiden rikkauteen saattoi vaikuttaa se, että kurssin jälkeen aineistoa saatiin myös haastatteleamalla, kun taas kurssia ennen käytettiin vain kyselylomaketta. Haastattelun aikana haastattelija pystyi puristamaan jatkokysymysten avulla kurssilaisilta enemmän informaatiota, kuin mitä olisi saatu ainoastaan kyselylomakkeeseen. Lisäksi jossain haastatteluissa kävi niin, että haastateltavat intoutuivat oikean kysymyksen ansiosta lähes jo ideoimaan tulevaa opetusta haastattelun aikana.

5.3 Miten tulevat aineenopettajat kokevat projektiopiskelun mahdollisuudet ja haasteet

Projektiopiskelua, sen mahdollisuuksia ja haasteita on tutkittu paljon, mutta tutkimukset koskevat pääasiassa jälleen jo työelämässä olevia eli valmistuneita opettajia. Koska projektiopiskelu on runsaasti tutkittu aihe, on tarpeen ja mielekästä vertailla tämän tutkimuksen tuloksia aikaisempiin tutkimuksiin välittämättä kohdejoukkojen erilaisuudesta.

Tuloksista nähdään, että kurssilaiset mainitsivat useita projektiopiskelun tarjoamia mahdollisuuksia (ks. Taulukko 9). Yksittäiset mahdollisuudet pystyttiin luokittelemaan olevan osa kahta yleisempää mahdollisuutta, jotka olivat sisältöjen oppiminen ja oppimistaitojen oppiminen. Muun muassa Langbeheimin (2015) tutkimuksessa oli myös saatu tulokseksi, että projektioppimisella voidaan parantaa juuri oppimistaitoja.

Useassa aikaisemmassa tutkimuksessa on lueteltu yksittäisiä projektioppimisen tuomia mahdollisuuksia (ks. Taulukko 2), ja siksi tätä tutkimusta verratessa niihin, on mielekästä tarkastella myös joitakin tutkimuksessa esiin nousseita yksittäisiä mahdollisuuksia tässä mainittujen kahden yleisen mahdollisuuden sijaan. Esimerkiksi Blumenfeldin ja kumppaneiden (1991) sekä Helteen ja kumppaneiden (2006) tutkimuksissa todettiin, että projektioppimisella voidaan lisätä syvää ymmärrystä. Tämän tutkimuksen tuloksissa mahdollisuuksiksi luokitellut vastaukset, joiden mukaan projektien kautta oppii paremmin, ja että kokemukset ja merkityksellisyys auttavat muistamaan, voidaan sanoa viittaavan myös projektiopiskelun aikana lisääntyvään syvään ymmärrykseen. Helteen ja kumppaneiden (2006) tutkimuksessa huomattiin projektioppimisen kautta opittavan luonnollisesti projektien hallinnan oppimista. Tässä tutkimuksessa tuloksissa mainitut aikataulutustaitojen kehittyminen, periksiantamattomuuden harjaantuminen ja oma-aloitteisuuden kasvaminen voidaan sanoa olevan osa projektien hallintaan tarvittavia taitoja. Sekä tässä tutkimuksessa että aikaisemmissa

tutkimuksissa (kuten Blumenfeld ym. (1991) ja Langbeheim (2015)) on huomattu projektioppimisen lisäävään motivaatiota tai mielenkiintoa, jotka monesti myös ymmärretään toistensa synonyymeiksi. Myös ajatteluntaitojen, kuten moniluku-, reflektointi- ja soveltamisen taitojen, kehittyminen projektioppimisen aikana saatiin tulokseksi niin tässä kuin aikaisemmissakin projektioppimista koskevilla tutkimuksilla.

Yksi tämän tutkimuksen tuloksissa esiin noussut tärkeä mahdollisuus oli työelämän edellyttämien taitojen oppiminen. Myös Helle kumppaneineen (2006) huomasivat tutkimuksessaan, että projektioppimisen avulla voidaan harjaannuttaa työelämässä tarvittavia taitoja. Tässä tutkimuksessa työelämässä tarvittavana taitona nähtiin vuorovaikutustaidot ja Helle kumppaneineen (2006) mainitsevat tutkimuksessaan eri representaatioiden käyttämisen. Tämän tutkimuksen tuloksissa mainittiin myös mahdollisuuksia, joita valitussa tutkimuskirjallisuudessa ei esiintynyt. Tällaiset mahdollisuudet olivat muun muassa tietojenkäsittelytaitojen harjaantuminen, tekemällä oppiminen ja vertaistuen merkityksen huomaaminen. Tietojenkäsittelytaitojen harjaantumisen puuttuminen tutkimuskirjallisuudesta ei ole sinänsä ihmeellistä, sillä kaikki projektipohjainen opetus ei välttämättä vaadi teknologian käyttöä, vaikkakin sen on varmasti nykyään lähes aina suositeltavaa ja tulee lisääntymään entisestään tulevina vuosina.

Kurssilaisten kokemat haasteet olivat kirjavia, ja ne voitiin luokitella joko sellaisiksi, joita opettaja voisi kohdata tai sellaisiksi jotka kohdistuvat opettajan sijasta enemmän oppilaaseen (ks. Taulukko 10). MALU-kurssin opiskelijat kokivat, että opettajalta menee paljon aikaa projektipohjaisen opetuksen suunnitteluun. Samanlaiseen tulokseen olivat päätyneet myös Helle kumppaneineen (2006) ja Langbeheim kumppaneineen (2015) tutkimuksissaan. Toinen kurssilaisten mainitsema haaste oli tuen määrän asettaminen, joka oli jälleen jo aikaisemmista tutkimuksista (kuten Helle ym., (2006), Langbeheim (2015) ja Tal ym. (2006)) tuttu haaste. Helle ym. (2006) huomasivat tutkimuksessaan, että ryhmän huono dynamiikka voi vaikeuttaa projektioppimista. Tässä tutkimuksessa haasteena nähtiin oppilaiden henkilökohtaisten tavoitteiden erot, joka saattaa olla yksi ryhmän huonoa dynamiikkaa aiheuttava tekijä. Jälleen Helteen ja kumppaneiden (2006) julkaisussa todetaan, että oikean työmäärän asettaminen oppilaille voi olla haastavaa. Aivan vastaavaa tulosta ei saatu tässä tutkimuksessa, sillä työmäärä itsessään ei nähty haasteena, ellei oppilailla ole päällekkäin useita projekteja.

Koska tässä tutkimuksessa nousi esiin useampia tutkimuskirjallisuudessaakin mainittuja haasteita, voidaan todeta, että opiskelijat tietävät jo melko hyvin, mitä haasteita he saattavat kohdata projektioppimisen aikana. Tämän tutkimuksen valossa ei voida suoraan sanoa, mitkä haasteista on

huomattu opettajankoulutuksen aikana, ja mitkä puolestaan jo omana kouluaikana. Varovaisesti voidaan kuitenkin arvioida, että oppilasta koskevat haasteet kumpuavat enemmän omasta kokemuksesta projektin tekijänä, sillä oppilasta koskevia haasteita mainittiin useammin kouluaikojen muistelun yhteydessä.

Se miksi taulukossa 9:n *tilan aiheuttamat rajoitteet tai välineiden puutteellisuus* luokiteltiin kuuluvan opettajan kohtaamiin haasteisiin, johtuu siitä, että haaste nousi haastatteluissa esiin juuri opettajan näkökulmasta haasteena toteuttaa opetusta.

Yksi tuloksista havaittava seikka on, että projektioppimisen mahdollisuuksia mainittiin enemmän kuin sen haasteita. Osa haastatteluun vastanneista koki, etteivät he osaa sanoa vielä projektioppimisen haasteista, koska heillä ei ole käytännön kokemusta opettajan työstä. Tämä voi vaikuttaa osaltaan siihen, miksi haasteita mainittiin mahdollisuuksiin nähden vähemmän. Esimerkiksi tutkimuskirjallisuudessa mainitut käytännön toteuttamiseen liittyvät haasteet sekä vaikeat ongelmat ja aiheet jäivät puuttumaan tämän tutkimuksen tuloksista, voisiko sanoa jopa luonnollisesti, sillä opiskelijoilla ei ollut samanlaista kokemusta projektin toteuttamisesta kuin työelämässä olevilla opettajilla. Toinen vaikuttava tekijä voi olla kurssilla saadut kokemukset, sillä kurssilla hyödynnettiin projektioppimista työtapana. Haastatteluiden aikana kävi selväksi, että kokemukset käytetystä projektiopiskelu-menetelmästä olivat pelkästään positiivisia. Positiivinen kokemus saattoi myös innostaa haastateltavia mainitsemaan useampia menetelmän tuomia mahdollisuuksia.

5.4 Tutkimuksen luotettavuus, merkitys ja jatkotutkimusideat

Tämän tutkimuksen laadullisuuden tarkastelussa käytetään luvussa 3.2 esiteltyjen menetelmien ominaisia luotettavuudelle kuvattuja seikkoja. Hirsjärvi kumppaneineen (2009) ehdottaa yleisesti laadullisen tutkimuksen parantamiseen tutkimuksen toteutuksen tarkkaa kuvaamista. Tämän tutkimus toteutus on kuvattu niin tarkasti, kuin osanottajien anonymiteetin ja eettisyyden nimissä voi kuvata, luvussa 3.2. Tutkimuksen toteutuksesta on muun muassa esitelty tutkimuksen suoritus aika ja paikka, tutkimuksen kohdejoukko, osanottajien lukumäärä, aineiston keräämiseen käytetyt tutkimusmenetelmät, aineiston analysoimiseen käytetyt analyysimenetelmät sekä vastaajien kadosta on kerrottu rehellisesti.

Tuomi ja Sarajärvi (2009) puolestaan näkevät tutkimuksen luotettavuuden parantuvan metodisen triangulaation avulla. Tässä tutkimuksessa käytettiin kahta eri aineiston keruumenetelmää eli kyselyä ja haastattelua. Vaikka vastaajia oli vähäisästi niin kyselyssä kuin haastattelussakin, toi kahden menetelmän käyttö tutkimukselle enemmän luotettavuutta, kuin mitä olisi saatu yhteen menetelmään

tukeutuessa. Triangulaation avulla voidaan myös joidenkin tutkimustraditioiden mukaan parantaa tai tarkentaa tutkimuksen validiutta (Hirsjärvi ym., 2007, s. 228; Tuomi & Sarajärvi, 2009, s. 143–149). Joskin validiutta ei haluttu arvioida tässä tutkimuksessa, sillä validiteetti nähdään enemmän kvantitatiiviselle tutkimukselle ominaisena ilmaisukeinona.

Toisen tutkimusmenetelmän eli kyselyn heikkoutena Hirsjärvi kumppaneineen (2007) pitää muun muassa saatavan aineiston pinnallisuutta. Muutamista lomaketutkimuksen vastauksista heräsikin tutkijalle epäily, että vastaajan motivaatio lomakkeen täyttämiseen oli ollut heikko. Heikko motivaatio näkyi vastauksen pintapuolisuutena ts. oppikirjamaisuutena tai lyhyytinä, joista pystyi päätellä sen, ettei vastausta oltu pohdittu pitkään tai syvällisesti. Tämä voi myös kuitenkin kertoa siitä, ettei vastaaja tiennyt aiheesta enempää. Vastauksiin saattoi myös vaikuttaa tutkijan kokemattomuus lomakkeen laatijana, sillä esimerkiksi epämääräisesti laaditut kysymykset voivat johtaa siihen, että vastaajat eivät ymmärrä täysin kysymystä tai vastaajat ymmärtävät kysymyksen eri tavoin.

Teoriaosuudessa nousi jo osittain esiin tämän tutkimuksen tarve, sillä Eilksin (2015) mukaan tutkimuksia, jotka kartoittavat opettajien käsityksiä kestävästä kehityksestä ja sen opettamisesta on edelleen liian vähän. Tämä tutkimus oli ensimmäinen laatuaan Suomessa, jossa tutkittiin opiskelijoiden kurssin jälkeisiä käsityksiä kestävästä kehityksen lisäksi kiertotaloudesta. Aiemmin opiskelijoiden käsityksiä kestävästä kehityksestä ovat tutkineet Tampereen yliopiston luokanopettajakoulutuksessa Lausvaara ja Penttala Pro Gradu -tutkimuksessaan, joka ilmestyi tammikuussa 2018.

Koska tutkimusten (esim. Burmeister & Eilks, 2013) mukaan opettajat itse ovat avainasemassa opetuskäytänteiden muutosten keksimisessä, on tärkeää, että sekä kestävästä kehityksestä että kiertotalouden opetusta koskeva innovointi tapahtuu jatkossakin opettajankoulutuksen aikaisilla kursseilla. Kurssien järjestelyn edellytyksenä olisi ensiarvoisen tärkeää, että tulevien kemian opettajien uskomukset, ennakkotietämys ja asenteet kestävästä kehityksestä, ja sen opettamista kohtaan selvitetään ja otetaan huomioon tulevia kursseja ja opetusta järjestettäessä. Tällä voi myös olla vaikutus opiskelijoiden kokemukseen järjestetyn kurssin laadusta.

Kestävä kehitys on keskeinen osa kemian aineenopettajakoulutuksen opintoja Helsingin yliopistossa, ja kestävä kehitys on mukana opetuksessa usealla kurssilla. Siksi oli myös jatkossa tärkeää selvittää, miten kestävästä kehityksestä mukaan tuominen kursseilla vaikuttaa opiskelijoiden käsityksiin aiheesta, ja mihin suuntaan opetusta tulisi tulosten perusteella kehittää. Valitettavasti tämä tutkimus antaa vain

suuntaavia tuloksia, sillä käsityksiä koskenut tutkimusosuus ei toteutunut halutussa mittakaavassa – loppukyselyyn vastanneita oli kymmenen vähemmän kuin alkukyselyyn vastanneita. Laadukkaasti toteutetulle kvantitatiiviselle tutkimukselle olisikin kysyntää. Sellainen olisi ehkä ajallisesti mahdollista toteuttaa tutkimalla kaikkia kemian opettajankoulutuksen tarjoamia kursseja. Kurssin vaikutusten lisäksi olisi mielenkiintoista saada tietää, miten opiskelijat toteuttavat kestävän kehityksen opetusta valmistuttuaan Helsingin yliopistosta kemian opettajiksi. Olisi myös mielenkiintoista selvittää, missä määrin kestävää kehitystä painotetaan esimerkiksi Jyväskylän, Turun tai Joensuun yliopistojen kemian opettajankoulutuslinjoilla verrattuna Helsingin yliopistoon.

Kiertotalouden opettamisesta on niukasti tutkimuksia, joten siihen kohdistuvalle tutkimukselle on jatkossa ja etenkin tulevaisuudessa varmasti tarvetta. Kiertotalous tulee olemaan yhä enenevässä määrin osa peruskoulun oppisisältöjä, ja nähtäväksi jää, saako se paikan esimerkiksi kemian sisällöissä seuraavassa opetussuunnitelmassa. Sitra panostaa jo nyt kiertotaloutta koskevan opetusmateriaalin luomiseen, ja olisi hedelmällistä tutkia opetusmateriaalien toimivuutta ja haasteita kouluissa. Itse suosisin eheyttävän opetuksen hyödyntämistä kiertotalouden opettamiseen, jotta aiheesta syntyisi kokonaisvaltainen näkökulma.

Eheyttämisen ongelmista päästään lähivuosina varmasti eroon, kun se alkaa olemaan jo tuttu opetusmenetelmä ja toimintatapa. Täytyykin muistaa, että eheyttämistä ei voi tehdä yksin vaan siihen pitää osallistaa koko koulu, sen henkilökunta sekä koulun ulkopuoliset sidosryhmät ja organisaatiot. Vain näin saavutetaan korkein eheyttämisen taso, jonka itse käsitän lyhykäisyydessään oppilaiden maailmankuvan ja minuuden eheyttämisenä.

Lähteet ja liitteet

- Adderley, K. (1975). *Project Methods in Higher Education*. London: Society for Research into Higher Education.
- Andersen, M. S. (2007). An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustainability Science*, 2(1), 133–140. <https://doi.org/10.1007/s11625-006-0013-6>
- Andrews, D. (2015). The circular economy, design thinking and education for sustainability. *Local Economy*, 30(3), 305–315.
- Arponen, J., Granskog, A., Pantsar-Kallio, M., Stuchtey, M., Törmänen, A., & Vanthournout, H. (2014). *Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle*. Helsinki: Libris. Noudettu osoitteesta <https://www.sitra.fi/julkaisut/kiertotalouden-mahdollisuudet-suomelle/>
- Becker, K. H., & Park, K. (2011). Integrative Approaches among Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Subjects on Students' Learning: A Meta-Analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12, 23–37.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*, 26(3–4), 369–398. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
- Brundtland, G. H., Khalid, M., Agnelli, S., Al-Athel, S., Chidzero, B., Fadika, L., ... And Others. (1987). *Our common future* (s. 43). Noudettu osoitteesta <https://doi.org/10.1080/07488008808408783>

- Burmeister, M., & Eilks, I. (2013). An Understanding of Sustainability and Education for Sustainable Development among German Student Teachers and Trainee Teachers of Chemistry. *Science Education International*, 24(2), 167–194.
- Burmeister, M., Rauch, F., & Eilks, I. (2012). Education for Sustainable Development (ESD) and chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 59–68.
<https://doi.org/10.1039/C1RP90060A>
- Chertow, M. (2000). Industrial symbiosis: Literature and taxonomy. *Annual Review of Environment and Resources*, 25(1), 313–337. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.313>
- Ciegis, R., Ramanauskiene, J., & Martinkus, B. (2015). The Concept of Sustainable Development and its Use for Sustainability Scenarios. *Engineering Economics*, 62(2).
<https://doi.org/10.5755/j01.ee.62.2.11609>
- Conway, G. R., & Barbie, E. B. (1988). After the Green Revolution: Sustainable and equitable agricultural development. *Futures*, 20(6), 651–670. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(88\)90006-7](https://doi.org/10.1016/0016-3287(88)90006-7)
- Czerniak, C. M., & Johnson, C. C. (2014). Interdisciplinary science teaching. Teoksessa N. G. Lederman & S. K. Abell (Toim.), Handbook of research on science education. (s. 395-410). New York: Routledge. Noudettu osoitteesta
<https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781136221972>
- Eilks, I. (2015). Science Education and Education for Sustainable Development – Justifications, Models, Practices and Perspectives. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1), 149–158. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1313a>

- Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the Circular Economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition. *Circular Economy Report, 1*, 96.
- Giddings, B., Hopwood, B., & O'Brien, G. (2002). Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development. *Sustainable Development, 10*(4), 187–196.
<https://doi.org/10.1002/sd.199>
- Giovannoni, E., & Fabietti, G. (2013). What Is Sustainability? A Review of the Concept and Its Applications. Teoksessa *Integrated Reporting* (ss. 21–40). Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-02168-3_2
- Hardi, P., & Zdan, T. J. (1997). *Assessing Sustainable Development: Principles in Practice*. Winnipeg, Manitoba: The International Institute for Sustainable Development. Noudettu osoitteesta <http://www.iisd.org/library/assessing-sustainable-development-principles-practice>
- Haughton, G. (1999). Environmental Justice and the Sustainable City. *Journal of Planning Education and Research, 18*(3), 233–243. <https://doi.org/10.1177/0739456X9901800305>
- Helle, L., Tynjälä, P., & Olkinuora, E. (2006). Project-Based Learning in Post-Secondary Education – Theory, Practice and Rubber Sling Shots. *Higher Education, 51*(2), 287–314.
<https://doi.org/10.1007/s10734-004-6386-5>
- Hirsjärvi, S., & Hurme, H. (1991). *Teemahaastattelu* (5. p.). Helsinki: Yliopistopaino.
- Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (1997). *Tutki ja kirjoita* (1.-2. p.). Helsinki: Kirjayhtymä.
- Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2007). *Tutki ja kirjoita* (15. uud. p.). Helsinki: Tammi.

- Huber, J. (2000). Towards industrial ecology: sustainable development as a concept of ecological modernization. *Journal of Environmental Policy and Planning*, 2(4), 269–285.
<https://doi.org/10.1080/714038561>
- Huckle, J. (2012). Even More Sense and Sustainability. *Environmental Education Research*, 18(6), 845–858. <https://doi.org/10.1080/13504622.2012.665851>
- Internationale Arbeitsorganisation (Toim.). (2004). *A fair globalization: creating opportunities for all* (reprinted). Geneva: ILO.
- Jacobsen, N. B. (2006). Industrial Symbiosis in Kalundborg, Denmark: A Quantitative Assessment of Economic and Environmental Aspects. *Journal of Industrial Ecology*, 10(1–2), 239–255.
<https://doi.org/10.1162/108819806775545411>
- Juntunen, M. K., & Aksela, M. K. (2014). Education for sustainable development in chemistry – challenges, possibilities and pedagogical models in Finland and elsewhere. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 488–500. <https://doi.org/10.1039/C4RP00128A>
- Kiertotalousopetusta kaikille koulutusasteille. (2018). Noudettu 27. helmikuuta 2018, osoitteesta <https://www.sitra.fi/hankkeet/kiertotalousopetusta-kaikille-koulutusasteille/>
- Klein, J. T. (2006). A Platform for a Shared Discourse of Interdisciplinary Education. *JSSE - Journal of Social Science Education*, 5(4). <https://doi.org/10.2390/jsse-v5-i4-1026>
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-Based Learning. Kirjassa R. Keith Sawyer (toim.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (s. 317–334). Teoksessa R. Keith Sawyer (toim.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (s. 317–334) (1st Edition). Cambridge: Cambridge University Press. Noudettu osoitteesta https://tccl.arcc.albany.edu/knilt/images/4/4d/PBL_Article.pdf

- Kujamäki, P. (2014). *Yhteisenä tavoitteena opetuksen eheyttäminen: Osallistava toimintatutkimus luokanopettajille* (Väitöskirja). Itä-Suomen yliopisto. Noudettu osoitteesta http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-1470-5/urn_isbn_978-952-61-1470-5.pdf
- Langbeheim, E. (2015). A project-based course on Newton's laws for talented junior high-school students. *Physics Education*, 50(4), 410. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/50/4/410>
- Lélé, S. M. (1991). Sustainable development: A critical review. *World development*, 19(6), 607–621. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(91\)90197-P](https://doi.org/10.1016/0305-750X(91)90197-P)
- Marx, R. W., Blumenfeld, P. C., Krajcik, J. S., Fishman, B., Soloway, E., Geier, R., & Tal, R. T. (2004). Inquiry-based science in the middle grades: Assessment of learning in urban systemic reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1063–1080. <https://doi.org/10.1002/tea.20039>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. SAGE.
- Niemistö, J., Pasanen, A., Hirvelä, K., Myllykoski, L., Muurinen, E., & Keiski, R. L. (2013). Pilot study of bioethanol dehydration with polyvinyl alcohol membranes. *Journal of Membrane Science*. Noudettu osoitteesta <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201600085181>
- Nikitina, S. (2006). Three strategies for interdisciplinary teaching: contextualizing, conceptualizing, and problem-centring. *Journal of Curriculum Studies*, 38(3), 251–271. <https://doi.org/10.1080/00220270500422632>

Opetushallitus. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Helsinki: Next Print Oy.

Noudettu osoitteesta <http://www.oph.fi/ops2016/perusteet>

Opetushallitus. (2015). *Lukion opetussuunnitelman perusteet*. Helsinki: Next Print Oy. Noudettu

osoitteesta

http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/opetussuunnitelmien_ja_tutkintojen_perusteet/lukiokoulutus

Paul, B. D. (2008). A history of the concept of sustainable development: Literature review. *The Annals of the University of Oradea*, 17(2), 581.

Pearce, D. (1988). Economics, equity and sustainable development. *Futures*, 20(6), 598–605.

[https://doi.org/10.1016/0016-3287\(88\)90002-X](https://doi.org/10.1016/0016-3287(88)90002-X)

Pongrácz, E., Niemistö, J., García, V., Hänninen, N., Saavalainen, P., & Keiski, R. (2015). Waste-based biofuel technologies in Finland — Current research and industrial activities. *Pollack Periodica*, 10(2), 157–172. <https://doi.org/10.1556/606.2015.10.2.14>

Prizzia, R. (2007). Sustainable Development in an International Perspective. Kirjassa K. V. Thai, D. Rahm, J. D. Cogburn (toim.), *Handbook of Globalization and the Environment* (s. 19-42). Teoksessa *Handbook of Globalization and the Environment* (ss. 19–42). Boca Raton, FL: CRC Press.

Rennie, L. J., Venville, G., & Wallace, J. (2011). Learning science in an integrated classroom: Finding balance through theoretical triangulation: *Journal of Curriculum Studies*: Vol 43, No 2. *Journal of Curriculum Studies*, 43(2), 139–162.

Report by the Director-General on the United Nations Decade of Education for Sustainable Development: International Implementation Scheme and UNESCO's contribution to the

implementation of the Decade; UNESCO. Executive Board; 172nd; 2005. (ei pvm.).

Noudettu 22. marraskuuta 2017, osoitteesta http://www.unesco.org/ulis/cgi-bin/ulis.pl?catno=140372&set=005A1551BD_0_264&gp=1&lin=1&ll=1

Roseland, M., & Soots, L. (2007). Strengthening Local Economies. Teoksessa *Our urban future* (ss. 152–171). New York: Worldwatch Institute. Noudettu osoitteesta <https://www.overdrive.com/search?q=0EF2C636-7EEA-4988-93AF-846D767F0BCD>

Salonen, A. O. (2010). *Kestävä kehitys globaalin ajan hyvinvointiyhteiskunnan haasteena*. Helsinki: University of Helsinki, Department of Applied Sciences of Education.

Schaal, S., Bogner, F. X., & Girwidz, R. (2010). Concept Mapping Assessment of Media Assisted Learning in Interdisciplinary Science Education. *Research in Science Education*, 40(3), 339–352. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9123-3>

Seuring, S., Sarkis, J., Müller, M., & Rao, P. (2008). Sustainability and supply chain management – An introduction to the special issue. *Journal of Cleaner Production*, 16(15), 1545–1551. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.02.002>

Shwartz, Y., Kesner, M., Sharabbi-Naor, Y., Avraham-Green, N., Marom, E., Dori, J., & Hofstein, A. (2014). *Models for incorporating sustainability into chemistry education*.

Spelt, E. J. H., Biemans, H., Tobi, H., Luning, P. A., & Mulder, M. (2009). Teaching and Learning in Interdisciplinary Higher Education: A Systematic Review. *Educational Psychology Review*, 21(4), 365–378. <https://doi.org/10.1007/s10648-009-9113-z>

Tal, T., Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Urban schools' teachers enacting project-based science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(7), 722–745. <https://doi.org/10.1002/tea.20102>

Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2009). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi* (6. uud. laitos).

Helsinki: Tammi.

Valtioneuvosto. (2018). Biotalous ja puhtaat ratkaisut. Noudettu 27. helmikuuta 2018, osoitteesta

<http://valtioneuvosto.fi/hallitusohjelman-toteutus/biotalous>

Venville, G., Rennie, L. J., & Wallace, J. (2012). Curriculum Integration: Challenging the

Assumption of School Science as Powerful Knowledge. Teoksessa *Fraser, B., Tobin, K., & McRobbie, C. J. (toim.), Second International Handbook of Science Education* (ss. 737–

749). Dordrecht: Springer. Noudettu osoitteesta

[//www.springer.com/gp/book/9781402090400](http://www.springer.com/gp/book/9781402090400)

Venville, G., Rennie, L., & Wallace, J. (2004). Decision Making and Sources of Knowledge: How

Students Tackle Integrated Tasks in Science, Technology and Mathematics. *Research in Science Education*, 34(2), 115–135.

Venville, G., Sheffield, R., Rennie, L. J., & Wallace, J. (2008). The writing on the wall: Classroom

context, curriculum implementation, and student learning in integrated, community-based science projects. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(8), 857–880.

<https://doi.org/10.1002/tea.20245>

Webster, K., & Johnson, C. (2008). *Sense & sustainability: Educating for a circular economy*.

Place of publication not identified: TerraPreta in association with Yorkshire Forward and InterfaceFLOR.

Wheeler, K. A., & Bijur, A. P. (2000). *Education for a Sustainable Future: A Paradigm of Hope for the 21st century* (Vsk. 7). Springer Science & Business Media. Noudettu osoitteesta

[//www.springer.com/us/book/9780306464201](http://www.springer.com/us/book/9780306464201)

Ying, J., & Li-jun, Z. (2012). Study on Green Supply Chain Management Based on Circular Economy. *Physics Procedia*, 25, 1682 – 1688.

YK-liitto. (ei pvm.). Taloudellinen kestävä kehitys. Noudettu 17. marraskuuta 2017, osoitteesta <http://www.ykliitto.fi/yk70v/taloudellinen>

Zhang, D., & Shen, J. (2015). Disciplinary Foundations for Solving Interdisciplinary Scientific Problems. *International Journal of Science Education*, 37(15), 2555–2576.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1085658>

Zhijun, F., & Nailing, Y. (2007). Putting a circular economy into practice in China. *Sustainability Science*, 2(1), 95–101. <https://doi.org/10.1007/s11625-006-0018-1>

Kuva 3. Sitra, alkuperäinen kuva: Ellen MacArthur Foundation CE team. Kuva on otettu Arponen, J., Granskog, A., Pantsar-Kallio, M., Stuchtey, M., Törmänen, A., & Vanthournout, H. (2014) julkaisusta *Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle*. Helsinki: Libris.

Liite 1. Alkukyselylomake

2/26/2018

Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -alkukysely

Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -alkukysely

Kurssin alkukyselylomake (kevät 2017).

Vastauksia tullaan hyödyntämään kiertotaloutta koskevassa opinnäytetyössä sekä kurssin kehittämisessä.

***Pakollinen**

Perusharjoittelu suoritettu *

☐ Kyllä

☐ Ei

Soveltava harjoittelu suoritettu *

☐ Kyllä

☐ Ei

Syventävä harjoittelu suoritettu *

☐ Kyllä

☐ Ei

1. Pääaine ja sivuaine: *

Oma vastauksesi

2. Opintojen aloitusvuosi: *

Oma vastauksesi



3. Sukupuoli *

Oma vastauksesi

4. Mitä tiedät kiertotaloudesta etukäteen? *

Oma vastauksesi

5. Kiertotalouteen ja sen opettamiseen liittyviä kysymyksiä, joihin haluaisin saada vastauksia kurssilta: *

Oma vastauksesi

6. Määrittele kestävä kehitys *

Oma vastauksesi

7. Kokemuksia kestävästä kehityksestä opetuksessa: *

Oma vastauksesi

8. Ideoita kestävästä kehityksestä opettamiseen: *

Oma vastauksesi

Lämmin kiitos vastauksestasi! 

LATAA

Älä koskaan lähetä salasanaa Google Formsin kautta.

Google ei ole luonut tai hyväksynyt tätä sisältöä. Ilmoita väärinkäytöstä - Palveluehdot - Lisäehdot

Google Forms

Liite 2. Loppukyselylomake

2/26/2018

Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -loppukysely

Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa - loppukysely

Kevät 2017

Tutkimustuloksia tullaan hyödyntämään kiertotaloutta koskevassa opinnäytetyössä sekä kurssin kehittämisessä.

*Pakollinen

1.
1. Mitä kiertotalous tarkoittaa? *

2.
2. Kurssin alussa sait määritellä kiertotalouteen ja sen opettamiseen liittyviä kysymyksiä, joihin haluaisit saada vastauksia kurssilta. Millaisia vastauksia sait kysymyksiisi? *

3.
3. Määrittele kestävä kehitys. *

4.
4. Mikä oli projektityönä olleen yritysmallin tavoite? *

5. Miten yritysmalli edistää oppilaiden oppimista? *

6. Koetko eheyttävän opetuksen olevan tehokkaampaa tai hyödyllisempää kuin tavallinen opetus? Miksi? *

7. Kuvaille, miten kurssi tuki omaa oppimistasi tulevaa opettajan ammattia ajatellen. Mitä keskeisimpiä asioita opit kurssin aikana? Saitko uusia ideoita kurssilta? *

Kiitos paljon tulevat kollegat! Ilman teitä minulla ei olisi tutkimusta, ja ilman tutkimusta ei olisi opinnäytetyötä eikä kurssi kehittyisi opiskelijoiden toivomaan suuntaan!

Palvelun tarjoaa



Liite 3. Haastattelukysymykset

Haastattelu Matematiikka ja luonnontieteet yhteiskunnassa -kurssin kehittämistä ja pro gradu -tutkielmaa varten.

1. Minkälaisia kokemuksia sinulla on kestävästä kehityksestä opetuksessa?

Lisäkysymykset:

1. Minkälaisia menetelmiä opettajasi käytti kestävä kehityksen opettamiseen?
2. Minkälaisissa oppimisympäristöissä käsittelet kestävä kehitystä? (luokka, koulun ulkopuolella, internet, jokin yritys...)
3. Tehtiinkö/tapahtuiko opettajien välillä yhteistyötä? Miten?
- (4. Millaisena kuvailisit keke-opetusta? Innovatiivista, pakonomaista...)

2. Jos lähtisit nyt kurssin jälkeen opettamaan kestävä kehitystä (esim kiertotaloutta), miten toteuttaisit opetuksen?

Lisäkysymyksiä:

1. Voisiko se olla yhden tai useamman tunnin aihe? Vai käyttäisitkö kestävä kehitystä vain kontekstina opettaessa jotain muuta aihetta?
2. Käyttäisitkö itse hyödyksi kurssin aikana tuotettuja malleja?
3. Miten uskot hyödyntäväsi muita oppiaineita?

3. Uskotko projektityön tukevan oppimistavoitteita? Miten?

Lisäkysymyksiä:

1. Tukeeko se oppimistavoitteita enemmän kuin tavanomainen opetus?
2. Kokisitko sen vievän enemmän aikaa tai vievän aikaa pois nk. oikealta opetukselta tai asialta?